

Elektrotechnische Rundschau.

Zeitschrift

für

angewandte Elektrizitätslehre.

Herausgegeben

von

Professor Dr. G. Krebs

zu Frankfurt (Main).

V. Jahrgang.

Heft 4.

April 1888.

I N H A L T.

Elektrische Trambahn mit Anwendung von Akkumulatoren. Von Prof. Dr. Krebs.

Neuere Ansichten über Elektrizität. Von Ingenieur Th. Schwartze, Berlin. (Fortsetzung.)

Die Anwendung der Galvanoplastik in der Heliogravüre nach dem heutigen Standpunkte dieser Fertigkeit. Von Professor Dr. Ignaz G. Wallentin in Wien. (Schluss.)

Die Dynamomaschinen von Lahmeyer und Eickemeyer. Von Prof. Dr. G. Krebs in Frankfurt a. M.

Über die Hintereinanderschaltung der Glühlampen.

Siemens'sche Kohle für hintereinander geschaltete Glühlampen.

Kritische Untersuchungen über Sekundärelemente. Von Dr. A. Elsas, Privatdoz. an der Universität Marburg.

Kleine Mitteilungen:

Organische Elementar-Analyse mittels Elektrizität. Von Dr. Levoir in Delft. — Chemische Analyse mittels Elektrizität. Von Dr. L. C. Levoir in Delft. — Warum hat der „Widerstand“ die Dimension einer „Geschwindigkeit“? Von Prof. G. Krebs. — Telefongesellschaften in Uruguay. — Telefongesellschaften in Japan. — Die Motor-Generatoren. — Elektrolytischer Niederschlag von Aluminium.

Neue Bücher und Flugschriften.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1888.

Redaktionschluss: 31. März 1888.

Isolirte Kupfer- und Neusilberdrähte.
Leitungsmaterial und Kabel für alle
 elektrotechnischen Zwecke.

(146)

J. Obermaier, Nürnberg.

A. Hopfer, Leipzig,

Elektrotechnische Anstalt

empfiehlt als Spezialität:

Dynamo-Maschinen für den Unterricht

sowie für industriellen Gebrauch für Hand- und Motorenbetrieb

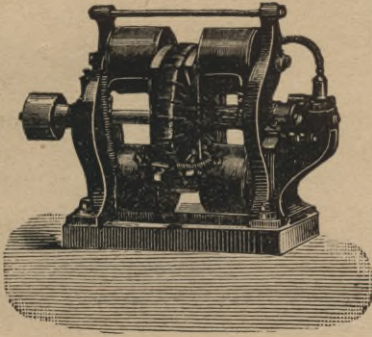
sowie hierzu passende

Bogenlampen, eigener Konstruktion.

Akkumulatoren, System Tudor.

Glühlampen von 2—125 Volt
 und 1—50 Bog. (162)

Beste Zeugnisse sowie Prospekte zu Diensten.



Heinzmann & Burckhardt,

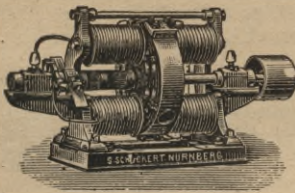
Mulda i. Sachsen, (161)

fabriziren als Spezialität zu billigsten Preisen sämtliche
Holzkörper für die Elektrotechnik.
 Taster-Rosetten, sehr sauber, schon von Mk. 11.— p. % an.

S. Schuckert, Nürnberg.

Fabrik Dynamo-elekt. Maschinen, elektrischer Lampen
 und Apparate. (175)

Elektrische Beleuchtungs-Einrichtungen jeder Art und in jedem Umfang.
 Gleichzeitiger Betrieb von Bogen- und Glühlicht durch dieselbe Maschine. Kraft-
 verbrauch im Verhältnis zur Zahl der brennenden Lampen.



Über 3000 Dynamomaschinen, mehr als
 8500 Bogenlampen und ca. 120 000 Glühlampen in Betrieb.

Elektrische Kraftübertragung.
 Einrichtung galvanoplastischer Anstalten.
 Einrichtungen zur Reingewinnung von
 Metallen.

Preislisten, Verzeichnisse ausgeführter Anlagen,
 generelle Kosten-Anschläge und Betriebskosten-
 berechnungen auf Wunsch gratis.

F. A. HESSE SÖHNE

in HEDDERNHEIM bei Frankfurt a. M.

Kupferwalz- u. Hammerwerk, Drahtzieherei u. Nietenfabrik,

Fabrikation von Kupferföhren ohne Naht,
 von Kupferbändern und allen Arten von Kupferdrahtseil für Blitzableiter.
SPEZIALITÄTEN:

Chemisch reiner Kupferdraht für elektrotechnische Zwecke in möglichst langen
 Adern mit garantirter höchster Leitungsfähigkeit, Bänder, Drahtseile, Bleche und
 Anoden aus chemisch reinem Kupfer. (167)

Bronze-Draht für Telephon- und Telegraphen-Leitungen.

OPTIKERN

empfehlen wir für den Wiederverkauf
 unsere elektr.-med. Apparate zu den
 günstigsten Bezugsbedingungen.
 Grosses Lager. Schnelle Bedienung.
REINIGER, GEBBERT & SCHALL, ERLANGEN I. B.
 Universitäts-Mechaniker.

Ein junger Physiker, der an einer
 grösseren deutschen Universität studirt
 und promovirt hat, sucht Stellung. Off.
 sub M. R. 52 an Haasenstein & Vogler,
 Mainz erb. (164)

Zur Ausbildung als Feinmechaniker für
 die Elektrotechnik wird eine

Lehrlingsstelle

gesucht für einen kräftigen jungen Mann
 (Obersekundaner, katholisch). Mittheilung
 sub J. 6938 an Rudolf Mosse Köln er-
 beten. (176)

Es wird ein Techniker gesucht, der im
 Stande ist, eine Verwickelung mit Dynamo-
 Maschinen für eine grössere Uhr-Ketten-
 Fabrik einzurichten resp. dem Chef das Ver-
 nickeln zu erlernen. Die betreffende Persö-
 nlichkeit muss jedoch mit dem Vernickeln
 von Ketten durch und durch vertraut sein
 und wird gute Bezahlung zugesichert.

Offerten unter G. & R. 1094 an Rudolf
 Mosse in Pforzheim erbeten (152)

Nichtrostender Leitungsdraht für
 oberirdische (123)

**Telephon- und Telegraphen-
 Anlagen,**

elektr. Licht, Kraftübertragung,
 Kabel u. A.:

→ Lazare Weiller's Patent ←
Silicium-Bronze-Draht

äusserst leitungsfähig, zäh und zugfest,
 daher dünne, leichte Drähte anwendbar
 und dauerhaft.

Widerstandsfähigster Bronzeguss,
 reines Kupfer.

Es kommen Nachahmungen vor
 Vorrats-Lager werden nachgewiesen.

General-Vertreter:

J. B. Grief,

Tuchlauben No. 11, Wien.

Technikum Fachschulen für:
Hildburghausen. Maschinentechniker
 Hon. 75 Mk. Vorunt.r.f. Baugewerksmeister
 Pr.g.r. Rathke, Dir. Bahnmeister etc.

Braunstein
 präparirt für Elemente
 liefert Christ. Gottlob Foerster,
 Ilmenau in Thür. (147)

Ampère- und Voltmeter,
 Asbest-, Vulkanfiber- und Hart-
 gummifabrikate.

E. Rohrbeck,

Ingenieur.

Berlin SW., Kleinbeerenstr. 27.

en gros **Lager** en detail
 sämtlicher elektrotechn.
 Bedarfsartikel.

Elektrische Trambahn mit Anwendung von Akkumulatoren.*)

Von Prof. Dr. Krebs.

Der bekannte Ingenieur Bandsept veröffentlicht in dem „Bulletin des Arts et Metiers“ einen interessanten Bericht über die neuesten Ergebnisse in betreff der Anwendung der Akkumulatoren zur Fortbewegung von Wagen, namentlich der Trambahnwagen in Brüssel.

Die ersten Versuche, Wagen mittels Akkumulatoren fortzubewegen, sind im Jahre 1881 in Paris gemacht, in einer 1883 erschienenen Schrift von M. Raffard besprochen worden. Seit dieser Zeit hat man erhebliche Verbesserungen an den Akkumulatoren selbst, sowie in der Art ihrer Verwendung angebracht, so daß jetzt die Fortbewegung von Wagen mittels Akkumulatoren schon ziemliche Verbreitung gefunden hat. Die Umwandlung eines gewöhnlichen Trambahnwagens in einen elektrischen besteht darin, daß ein Teil der äußeren Füllungen beweglich gemacht und der ganze Kasten höher gestellt wird. Die Kosten für diese Umänderung betragen 1000 bis 1500 Fres.

Die Akkumulatoren werden unter dem Boden der Sitze angebracht. Die ganze Batterie besteht aus mehreren voneinander unabhängigen Gruppen von Elementen und jede Gruppe befindet sich in einem auf Rollen gestellten Kasten. Die Elektroden der Elemente jeder Gruppe sind miteinander verlötet und die beiden Endelektroden sind mit zwei an der Außenseite des Kastens befindlichen Kontakten verbunden. Diese Kontakte stoßen beim Einschieben der Kasten schließlich an Federn, welche die Verbindung zwischen den einzelnen Gruppen herstellen.

Der Erfinder dieser Einrichtung ist M. Julien, Administrator der Gesellschaft „L'Electrique“. In den von Julien angewendeten Akkumulatoren sind die Platten, auf welchen die wirksamen Substanzen sich befinden, aus einer Legirung von Blei, Antimon und Quecksilber hergestellt, welche kaum angegriffen wird. Die in Brüssel benutzten Platten haben, trotz langem Gebrauchs, noch keine Veränderung erfahren. Auch sind die Akkumulatoren bei relativ geringem Gewicht sehr wirksam.

Für jeden Wagen braucht man zwei Batterien, während die eine im Wagen arbeitet, wird die andere geladen.

Die in Brüssel im Dienst stehenden Wagen wiegen ungefähr 6 Tonnen, wobei die Fahrgäste und die Batterie mit einbegriffen sind. Die Batterie allein wiegt 1120 kg.

Neuere in dem Quartier Leopold angestellte Versuche haben ergeben, daß auch 2 Batterien von je 750 kg für einen täglichen Lauf von 50 km genügen, was per Tonne und Kilometer (Kilometer-Tonne) ein Gewicht von 5 kg der Batterie ausmacht.

Nach Julien sollen zwei Batterien von je 600—700 kg für einen täglichen Lauf auf horizontaler Bahn von 90 kg ausreichen. Nimmt man im Mittel 15 Fahrgäste an und wiegt der Wagen 4250 kg, so hat man ein Gesamtgewicht von über 5 Tonnen; auf die Kilometer-Tonne kommt dann ein Gewicht von 3 kg für die Batterie.

Bandsept hält indessen nach zahlreichen Versuchen dieses Gewicht für etwas zu klein und nimmt 4 kg Akkumulatorenplattengewicht für die Kilometer-Tonne an. Dies giebt, wenn man das Gewicht der Kasten und des eingefüllten, angesäuerten Wassers hinzunimmt, 5,50 kg. Dieses Einheitsgewicht erscheint sowohl durch Erfahrung, als durch Rechnung gerechtfertigt. Die 4 kg Plattengewicht per Kilometer-Tonne repräsentieren $4 \cdot 3000 = 12000$ Kilogrammmer (3000 Kilogrammmer disponibele Arbeit per Kilogramm Plattengewicht). Nun erfordert die Fortbewegung einer Tonne auf horizontaler Bahn, unter Voraussetzung eines im gewöhnlichen Zustande erhaltenen Trambahngeleises eine Kraft von ungefähr 10 kg, woraus sich die Kilometer-Tonne zu 10000 Kilogrammmer Arbeit berechnet. Ein Plattengewicht von 4 kg entspricht also annähernd den gewöhnlichen Arbeitsbedingungen.

In der Mehrzahl der Fälle muß man also seine Rechnungen auf das Einheitsgewicht 5,50 kg stützen. Der Koeffizient der Formel ist alsdann 0,0055.

Die Wirkungsweise der Akkumulatoren schmiegt sich vollkommen den Anforderungen des Dienstes selbst auf ziemlich unebenen Linien an. Im Moment der Ingangsetzung eines Wagens fließt in den Motor ein sehr starker

*) Vergl. Hoppe, Akkumulatoren und ihre Verwendung; Elektrotechnische Rundschau 1887, Heft IV, S. 47.

Strom, welcher in dem Maße schwächer wird, als die Geschwindigkeit zunimmt. Dieser Umstand ist sehr günstig, weil das Moment der zur Induktionsspule tangentiellen Kraftkomponente der Intensität des Stromes proportional ist. Dieses Moment ist bei der Abfahrt ein Maximum, vermindert sich aber mit dem Anwachsen der Geschwindigkeit. Nun besteht die Batterie aus mehreren von einander unabhängigen Gruppen von Elementen. In jedem Wagen sind gewöhnlich vier solcher Gruppen; sie schliessen sich an einen besonderen Kommutator an, welcher gestattet, sie nach Belieben neben- und hintereinander zu schalten. Dieser Apparat heisst die Steuerung; er macht die künstlichen Widerstände (Hemmschuh etc.) überflüssig, welche bei anderen Zugsystemen notwendig sind; man braucht hier nur mehr oder weniger Elemente einzuschalten. Auf jeder Plattform eines Wagens befindet sich ein solcher Apparat.

Zur Umwechslung erschöpfter Batterien mit frisch geladenen bedient man sich besonderer Ausladebretter. Der Wagen wird an eines dieser Bretter herangezogen und die Füllungen werden geöffnet; nun läßt man die Batteriekasten auf ein solches Brett gleiten. Dann zieht man den Wagen vor ein anderes Brett, welches die geladenen und in den Wagen zu schiebenden Elemente enthält. Die Bretter sind mit Führungen versehen und mit automatischen Kontakten, auf welche sich die Batteriekasten stützen. Die Kontakte treten durch Leitungen mit dem allgemeinen Stromkreis in Verbindung.

Es ist wesentlich, daß an den Umwechslungsstellen die größte Pünktlichkeit herrscht, damit möglichst wenig Zeit zum Aus- und Einladen gebraucht wird.

Auf Verbesserung dieser Einrichtung, bezüglich Erzielung größerer Zeitersparnis, ist jedenfalls noch das Augenmerk zu richten.

Bandsept bespricht außerdem die verschiedenen Versuche mit solchen Wagen, welche in den letzten Jahren gemacht worden sind.

Bei der Ausstellung in Antwerpen hat der ausgestellte Wagen ein Gewicht von 4250 kg;

die Akkumulatoren wogen 1200 kg und die zur Fortbewegung dienenden Apparate 560 kg. Das Gewicht der Batterie verteilte sich folgendermaßen: Platten 840 kg, Flüssigkeit 220 kg und Kasten 60 kg. Die aktiven Materialien auf den Platten wogen 216 kg, also 26 Proz. vom Gesamtgewicht der Platten. Diese Elemente waren speziell für starke Steigungen, bis zu 30 Proc., konstruiert, wobei man 8 Pferde nötig gehabt hätte. Die Geschwindigkeit betrug 4 m.

Ein anderer Wagen hatte ein Gewicht von 5370 kg und konnte 38 Fahrgäste fassen. Die Zahl der Akkumulatoren betrug 96, welche in 12 Gruppen geteilt waren. Jedes Element hatte eine Capacität von 15 Ampère-Stunden und wog 10 kg ohne Flüssigkeit und Kasten. Das Gesamtgewicht der Batterie betrug ungefähr 1100 kg. Je 2 Elemente in jeder Gruppe waren parallel geschaltet, so daß man nicht mehr als 48 Elemente hintereinander schalten konnte. Der Motor war für einen Strom von 20 bis 30 Ampère konstruiert.

Der Wagen in Hamburg hatte 14 Plätze im Innern. Jeder Akkumulator bestand aus 15 Platten; die Batterie hatte 96 Elemente und wog im ganzen 1200 kg. Die nötige bewegende Kraft betrug $\frac{3}{4}$ Pferde-Stunde per Kilometer. Der Betrieb mit Akkumulatoren ist seit einiger Zeit in Hamburg wieder eingestellt.

Nach Bandsept ist schon jetzt das Fahren mit Akkumulatoren billiger als mit Pferden und namentlich billiger als mit Dynamomaschinen (gewöhnliche elektrische Bahn). Uebrigens läßt sich der Preis für die Bewegung mit Akkumulatoren noch erheblich vermindern; er beträgt 56,5 Centimes per Wagenstunde, während der Betrieb mit Pferden 62 Centimes beträgt (Paris). Die elektrische Bahn kostet 70 Centimes bei einer Steigung von 40 mm.

Die Hauptschwierigkeit beim Betriebe mit Akkumulatoren bildet das hohe Gewicht derselben; hier ist der Punkt, auf welchen das Augenmerk der Ingenieure und Physiker vornehmlich gerichtet werden muß.

Neuere Ansichten über Elektrizität.

Von Ingenieur Th. Schwartze, Berlin.

(Fortsetzung.)

Im vorgehenden haben wir einen Blick auf die elektrostatischen Erscheinungen geworfen und gesehen, daß alle durch Annahme einer unzusammendrückbaren, überall vorhan-

denen und alles durchdringenden Flüssigkeit begreiflich und teilweise erklärlich gemacht werden konnten. Und weiter wurde bis zu einem gewissen Grade das Verständnis dieser

Erscheinungen befördert durch die wahrscheinliche Annahme, daß in leitender Materie dieser Flüssigkeit freie Beweglichkeit zukommt, während dieselbe in Isolatoren und allgemein im Raume in einer elastischen, gallertartigen Substanz verteilt und festgehalten ist, so daß Spannungen entstehen, in denen die elektrostatischen Wirkungen hervortreten. Wohl vermag dieses elektrische Fluidum das seine örtliche Anhäufung hindernde elastische Mittel zu zersprengen, aber seine freie Strömung kann nur in Kanälen oder Höhlungen dieses Mittels stattfinden, weshalb diese Kanäle und Höhlungen im unelektrischen elastischen Mittel Leiter darstellen. Es wurde daraus klar, daß eine elektrische Strömung nur in einem geschlossenen Stromkreise stattfindet.

Im folgenden sollen die Bedingungen dieser elektrischen Strömung näher betrachtet werden. Wir haben es also nunmehr mit der in Bewegung befindlichen Elektrizität oder mit der Ortsveränderung der Elektrizität zu thun, wobei die Berücksichtigung der Drehbewegung und Wellenbewegung ausgeschlossen ist, indem es sich nur um Übertragung von einem Ort zum andern handelt.

Betrachtet man die Art, in welcher Wasser von einem Orte zum andern gebracht werden kann, so giebt es nur zwei Arten solcher Ortsveränderungen, nämlich das Forttreiben in Röhren mittels Pumpen und das Forttragen in Gefäßen. Mit anderen Worten: die Bewegung erfolgt durch Materie hindurch, oder sie findet mit Materie zusammen statt. Bezüglich der Wärme ist dasselbe der Fall. Die Wärme kann durch die Materie hindurch „geleitet“ werden, oder sie kann mit der Materie „übertragen“ werden. Wärmeleitung und Wärmeübertragung bilden die beiden allein möglichen Arten der Wärmeabfuhr. Man spricht häufig auch noch von einer dritten Art der Wärmeabfuhr und nennt in dieser Beziehung die Strahlung. Die Strahlung ist aber keineswegs eine Wärmeabfuhr, sondern der Vorgang ist dabei so, daß die Wärme an dem einen Orte Strahlung und die Strahlung dann an einem anderen Orte wieder Wärme hervorbringt. Die Bewegung findet also in der Strahlung, aber nicht in der Wärme statt. Im natürlichen Verlaufe der Dinge strömt die Wärme von einem warmen Körper auf einen weniger warmen über, gerade so, wie Wasser nur bergabwärts läuft. Von einem bestimmten Punkte aus kann Wärme nur einen Weg gehen, Strahlung dagegen geht nach allen Richtungen auf einmal. Würde Wasser auf einem Planeten

in seine Elementargase zersetzt und fände dann die Verbindung dieser Gase nach deren Bewegung durch den Raum auf einem anderen Planeten statt, so hätte nicht das Wasser die Bewegung von einem Planeten zum andern ausgeführt, sondern eine Substanz, welche ganz anderen Bewegungsgesetzen folgt.

Bezüglich der Elektrizität sind wie bei Flüssigkeit und bei Wärme auch nur die beiden Ortveränderungsarten: Leitung und Übertragung, möglich.

Zuerst ist die Leitung der Elektrizität zu betrachten. Wenn man die beiden Pole oder Elektroden einer galvanischen Batterie mit einem Kupferdrahte verbindet, so fließt durch den so gebildeten Stromkreis ein elektrischer Strom. Der elektrische Strom ist ein wirklicher Elektrizitätsfluß zwischen den Molekülen des Leitungsdrahtes. Wenn die Elektrizität eine Flüssigkeit wäre, dann wäre der elektrische Strom eine Fortbewegung dieser Flüssigkeit; ist aber die Elektrizität unmaterieller Natur, dann geht ihre Strömung ohne materielle Bewegung vor sich; sicher aber ist der elektrische Strom als eine Fortbewegung der Elektrizität zu betrachten, gleichviel welcher Natur die Elektrizität ist. Es ist nun die Frage, fließt die Elektrizität durch die Moleküle des Metalls oder fließt sie zwischen den Metallmolekülen, oder geht sie von einem Metallmolekül zum nächsten über? Man weiß darüber nichts Genaues, jedoch wird die letztere Annahme als diejenige betrachtet, welche die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat. Der elektrische Strom kann betrachtet werden als das fortdauernde Bestreben, eine Spannung gleich derjenigen im Dielektrik hervorzurufen, verbunden mit der gleichzeitigen Beseitigung der Spannung. Wenn die Atome als kleine umeinander schwingende und gegen einander stoßende Leiter gedacht werden, so daß dieselben leicht eine elektrische Ladung aufzunehmen vermögen, so würde ein derartig beschaffenes Mittel die Elektrizität so gut leiten, wie dies durch ein Metall geschieht. Wenn diese Anschauung auch nicht als die richtige zur Geltung gebracht werden soll, so gestattet dieselbe doch, die Elektrizitätsleitung als einen Vorgang der Elektrostatik aufzufassen, indem man dabei einen Austausch der elektrischen Ladungen unter einer Reihenfolge von Leitern annimmt. Die einfachste doch ziemlich grobsinnliche Idee vom elektrischen Strome ist die, daß Elektrizität durch einen Draht geht, wie Wasser durch ein mit Schrotkügelchen oder mit Sand gefülltes Rohr läuft. Für viele

Zwecke, doch nicht für alle, mag diese rohe Anschauung genügen.

Giebt man sich damit zufrieden, daß die wirkliche Fortpflanzung der Elektrizität unbekannt ist, so kann man doch die folgenden Punkte bezüglich des als Elektrizitätsleitung bezeichneten Vorganges als sicher bekannt voraussetzen:

1. Der Leitungsdraht wird durch den elektrischen Strom erwärmt.
2. Es ist keine Spur einer Neigung zur Umkehrung oder zum Zurückspringen im Stromflusse vorhanden.
3. Der Elektrizitätsstrom hat einen gewissen Widerstand oder ein der Reibung ähnliches Hindernis in der Leitung zu überwinden.
4. Dieser Widerstand ist genau proportional der Geschwindigkeit, mit welcher der Elektrizitätsstrom durch das Metall hindurchgeht, oder mit anderen Worten: der Widerstand ist der Stromstärke für die Querschnittseinheit proportional.

Bezüglich der zuletzt aufgeführten Tatsache ist noch einiges zu bemerken. Die in der Sekunde durch die Querschnittseinheit gehende Elektrizitätsmenge wird als die Stromstärke bezeichnet. Versuche haben bewiesen, was Ohm ursprünglich nach Analogie der Wärmeleitung mutmaßte, nämlich daß diese Stromstärke genau proportional dem den Strom erzeugenden Potentialgefälle oder dem durch Strömung einen Ausgleich suchenden Spannungsunterschiede ist. Mit Rücksicht auf das phy-

sikalische Grundgesetz: „Wirkung und Gegenwirkung ist stets einander gleich“, kann man auch sagen, der durch einen Leiter gehende Elektrizitätsstrom trifft mit einer ihn hemmenden elektromotorischen Kraft zusammen, die genau proportional zu ihm ist. Das besondere Verhältnis zwischen beiden ist abhängig vom Material des Leiters und ist eine durch den unmittelbaren Versuch zu bestimmende Konstante des Materials. Diese Konstante wird als das „spezifische Leitungsvermögen“ oder als der „spezifische Widerstand“, entsprechend der Betrachtungsweise, bezeichnet. Das hier aufgestellte Gesetz ist das Ohm'sche und hat als eines der am genauesten bestimmten Naturgesetze zu gelten; trotzdem ist dasselbe nur empirisch, das ist durch die Beobachtung festgestellt. Immerhin ist dieses Gesetz von weitgehender Wichtigkeit, weil durch dasselbe eine Beziehung zwischen Elektrizität und gewöhnlicher Materie in bestimmter und einfacher Art dargethan ist.

Ohne hier weiter eine auf Analogien sich stützende, aber doch ganz unsicher bleibende Erklärung des Wesens des elektrischen Stromes zu versuchen, sei nur nochmals darauf hingewiesen, daß die Elektrizitätsleitung durch Metalle mit der Wärmeleitung insofern in Beziehung steht, als beide Vorgänge denselben Gesetzen der Fortpflanzung folgen. Die Natur beider Vorgänge entspricht einer Ausbreitung, beide entsprechen Ohm's Gesetz und ein Metall, welches die Wärme gut leitet, ist auch ein guter Elektrizitätsleiter.

(Fortsetzung folgt.)

Die Anwendung der Galvanoplastik in der Heliogravure nach dem heutigen Standpunkte dieser Fertigkeit.

Von Professor Dr. Ignaz G. Wallentin in Wien.

(Schluss.)

Man hat im militär-geographischen Institute in Wien im Jahre 1878 zur Erzeugung galvanischer Druckplatten aus Kupfer mehrere Experimente mit den Strömen von Dynamomaschinen gemacht, jedoch — wie mitgeteilt wurde — mit keinem schlagenden Erfolge; insbesondere war das erhaltene Kupfer leicht brüchig und spröde und erwies sich daher als Druckplatte nicht geeignet. Man ging wieder zu den Hydrobatterien zurück und erst seit kurzer Zeit, als man durch die oben genannten Forschungen die günstigsten Bedingungen für die Erzeugung von sehr geeigneten Kupferdruckplatten kennen gelernt hatte, als man ferner die entsprechenden Dynamomaschinen hergestellt hatte, auf deren Einrichtung der Verfasser dieser Abhandlung bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen wird, erfolgte eine Rehabilitation der Dynamomaschinen für diese Zwecke. Es sei hier nur erwähnt, daß die Größe der Maschinen,

welche zweckmässig mit Nebenschluß versehen werden, also sogenannte Shuntmaschinen sind, von der Quantität des täglich niederschlagenden Kupfers abhängt, dann aber auch von der Art und Weise, in welcher die Plattenpaare untereinander verbunden sind. Man hat die Erfahrung gemacht, daß die Hintereinanderschaltung der Platten der Parallelschaltung vorzuziehen ist; denn nur im ersten Falle kann man den Strom, der für jede Platte gebraucht wird, in zweckentsprechender Weise wählen. Wie schon früher bemerkt wurde, muß eine sanfte Bewegung des Bades bei dem elektrolytischen Prozesse eintreten, damit der Kupferniederschlag ein möglichst gleichförmiger werden kann. Die verschiedenen Versuche haben ferner gelehrt, daß man als Anodenplatten mit Vorteil gewalzte Kupferplatten des Handels anwendet und daß diese den auf elektrischem Wege hergestellten Kupferplatten vorzuziehen

sind; wenn auch diese eine geringere Polarisation besitzen, so bleibt andererseits eine große Menge eines aus Kupferkristallen bestehenden Rückstandes, der sich von der positiven Elektrode ablöst, eine Trübung des Bades hervorruft und zu rauen Schichten Veranlassung liefert. Verunreinigung des Kupfervitrioles infolge von beigemengten schwefelsauren Salzen erwiesen sich als unschädlich, höchst störend waren aber organische Substanzen.

Wie wir einer sehr lesenswerten Arbeiten des ehemaligen Vorstandes der technischen Gruppe im k. k. militär-geographischen Institute, jetzigen Vizedirektor der k. k. Staatsdruckerei Ottomar v. Volkmer entnehmen, wurden noch zur Zeit der elektrischen Ausstellung in Wien im erstgenannten Institute 45 Troglapparate nach Daniell in drei verschiedenen Größengattungen verwendet; ein solcher Troglapparat lieferte bei Verwendung von 100 kg Kupfervitriol 22,5 kg Kupfer, wozu 45 kg Zink und 27,5 kg Schwefelsäure gebraucht werden. Wie oben bemerkt, hat nunmehr die Dynamomaschine auch für derartige Arbeiten sich nützlich erwiesen.

Die zunächst erhaltene Tiefplatte ist in der Regel nicht vollkommen glatt und blank, weil in den meisten Fällen das Planium des Gelatinereliefs, welches durch die oben geschilderten Prozesse erzeugt wurde, nicht in erwünschter Weise rein ist. Es müssen daher mechanische Mittel angewendet werden, um matte Stellen zu entfernen (Überwischen mit Flanell, der mit Öl befeuchtet ist) und Unregelmäßigkeiten im Kupferniederschlag (durch Schaben und Poliren) zu entfernen. Wenn man von der galvanoplastisch erzeugten Tiefplatte einen Abdruck nimmt, so werden die eventuellen Mängel der letzteren um so leichter offenbar und man kann in der Zeichnung nach den gewöhnlichen Methoden nachhelfen. Die ersten Abdrücke einer durch diese Methoden hervorgerufenen Heliogravureplatte sind nicht scharf, sondern etwas rau und erst nach wiederholten Abdrücken bekommen die erhaltenen Bilder eine entsprechende Feinheit der Ausführung; immerhin stehen — wie man im Laufe der Jahre sich genugsam überzeugen konnte — die Arbeiten der Heliogravure denen des Kupferstiches nicht nach; auch der Umstand, daß eine Kupferstichplatte meist schärfer ist als eine auf Papier ausgeführte Tuschzeichnung, darf nicht so sehr in die Waagschale fallen, da in letzterer sehr oft die Feinheit und Weichheit der Darstellung besonders hervortritt.

Bevor man die primäre Tiefplatte verwendet, müssen von derselben ebenfalls auf galvanoplastischem Wege eine oder mehrere Hochplatten erzeugt werden, welche zu dem Zwecke deponiert werden, um im Bedarfsfalle von denselben neue Tiefplatten zu erzeugen. Zur Konservierung der Tiefplatten wendet man vorteilhaft zuweilen auch die Verstählung derselben an, wodurch die Widerstandskraft der Druckplatte bedeutend zunimmt. Zu diesem Behufe wird eine Lösung von Eisenchlorür bereitet und in dieses Bad als negative Elektrode die Druckplatte eingesetzt. Ist einmal der Stahlniederschlag an der letzteren abgenutzt, was man mit dem bloßen Auge sehr leicht erkennen kann, so wird die Platte in eine sehr schwache Mischung von Schwefelsäure und Wasser eingelegt; dieselbe löst das Eisen ab und bildet schwefelsaures Eisenoxyd, das Kupfer tritt aber hell zutage und kann neuerdings mit einer Stahlschicht überzogen werden. Die zu diesem Vorgange erforderliche Eisenchlorürlösung wird ebenfalls mittels des galvanischen Stromes hergestellt. Man wendet sowohl als positive als auch als negative Elektrode je eine Eisenplatte an und bedient sich als zu zerlegendes Bad einer Salmiaklösung; läßt man durch letztere einen

ziemlich starken elektrischen Strom kursieren, so wird das Chlor des Salmiaks zu dem Eisen treten und mit demselben Eisenchlorür bilden, welches in der übrigen Flüssigkeit aufgelöst wird. Dabei muß so lange der Strom der Batterie durchgeschickt werden, bis die Lösung konzentriert ist, was man daran erkennt, daß die zweite Eisenplatte infolge des an ihr auftretenden galvanoplastisch abgeschiedenen Eisens spiegelnd wird.

Auch mittels Ätzung hat man Heliogravuren dargestellt und geht in diesem Falle in folgenderweise vor. Das Pigmentbild wird in kaltem Wasser auf die Kupferplatte gedrückt, mit dem Quetscher aufgequetscht und nach etwas weniger als einer halben Stunde in warmem Wasser von ungefähr 35 Grad entwickelt. Dann wird die Platte mit dem Bilde in Spiritus gelegt, getrocknet, der Rand der Platte mit Asphaltlack zugedeckt und mit Eisenchlorid geätzt. Hierzu werden 4—6 Eisenchloridbäder von verschiedener Konzentration benutzt; die stärkste hat die Konzentration von 1:40, die schwächste jene von 1:30. Zuerst kommt die Platte in die stärkste Eisenchloridlösung, in dieser werden die Schattenflächen geätzt, im zweiten Bade ätzen sich die Halbschatten u. s. w. Nach geschehener Ätzung wird die Platte rasch in kaltes Wasser gebracht und in diesem von aller anhaftenden Ätzflüssigkeit befreit; dem Wasser ist in der Regel etwas Ätzkali beigesetzt. Die Gelatine wird mit einem Lappen sorgfältig abgerieben und das auf der Druckplatte in großen Mengen aufgetretene Chlorür entfernt. Hierzu gebraucht man geschlemmte Kreide, in Spiritus und Ammoniak gelöst, oder Essig mit Salz. Das Kupfer muß nach diesen etwas weitläufigen Prozessen in der ihm charakteristischen Farbe hervortreten. Das Retouchiren der Platte geschieht in der gewöhnlichen Weise. Es ist begreiflich, daß in der durch Ätzen erzeugten Heliogravureplatte die vertieften Stellen den erhabenen Stellen an den nach der ersten rein galvanischen Methode erzeugten Platten entsprechen.

Von der außerordentlichen Nützlichkeit der Heliogravure, von dem enormen Gewinne an Zeit, der bei Anwendung derselben erreicht wird, giebt unter anderen auch der Umstand Bescheid, daß nach Volkmer in ungefähr 10 Jahren (in dem Zeitraume von 1873 bis 1883) im militär-geographischen Institute fast 2500 heliographische Kupferdruckplatten hergestellt wurden, und daß von diesen etwa 500 Platten dem großen Kartenwerke der neuen Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie (in dem Maßstabe 1:75 000) angehören. Es soll dieses ungeheure Arbeit in Anspruch nehmende Werk in kurzer Zeit hergestellt sein und es ist nicht abzusehen, wie lange die Herstellung desselben durch Kupferstich gedauert hätte.

Im Laufe der Zeiten werden an einem solchen Kartenwerke Korrekturen sich notwendig erweisen; sind dieselben geringerer Natur, so wird die Stelle der Kupferdruckplatte, welche korrigiert werden soll, mit dem Aushebestichel ausgenommen; die Begrenzung der ausgehobenen Stelle wird an der Hinterfläche der Platte genau angemerkt und nun diese Stelle durch einen eigenen Apparat, der sogenannten Klopmaschine, vorwärts gestossen, so daß das Kupfer wieder in das Planium der Vorderseite der Druckplatte gebracht wird. Nun wird die Korrektur auf dem polirten Kupferstückchen durch den Stich vorgenommen.

Größere Korrekturen werden aber wieder auf elektrolytischem Wege vorgenommen und zwar wird dann in folgender Weise verfahren. Die Platte erfährt zuerst durch Kochen in einer Lösung von kohlen-saurem Kali eine gründliche Reinigung und wird, nachdem dies vollzogen wurde, mit einer Silberschicht überzogen. Die zu korrigirenden Flächenstücke werden ausgehoben und

dafür gesorgt, daß die entstandenen Vertiefungen oberflächlich sehr rein sind, damit das galvanoplastisch in diesen Vertiefungen abzuzeichnende Kupfer besser an den Wandungen derselben anhafte; zur größeren Vorsorge wird die Platte dann durch verdünnte Schwefelsäure gezogen, um eventuelle Oxydschichten zu entfernen. Nun legt man die Platte in den Trogapparat an die negative Elektrode ein und es wird durch die Elektrolyse des Kupfersulfates in die Vertiefungen so lange Kupfer niedergeschlagen, bis dasselbe etwas über das Planum der Platte hervorragt; diese Hervorragung wird weggeschabt und die Kupferschicht, welche an der Silberfläche sich niederschlug, entfernt, was leicht möglich ist, da erfahrungsgemäß der Zusammenhang der beiden ungleichartigen Metalle ein geringer ist. Die eingesetzten Kupferstellen werden geglättet und nun die Korrektur nach der Kupferstichmethode vorgenommen. Man kann nach dem eben geschilderten Vorgange die Korrekturen von Kupferdruckplatten in unbeschränkter Weise vornehmen, und es soll durch derartige Prozesse keine Verschlechterung in der Qualität der Platte sich bemerkbar machen.

Die Heliogravure, welche zu den schönsten und

fruchtbringendsten Anwendungen der chemischen Thätigkeit galvanischer Ströme gehört, wurde durch die Forschungen von Talbot, der sein Verfahren Photoglyphie genannt hat, Niepee de Saint-Victor und Poitevin angebahnt. Bei diesen ersten Verfahren mußte jedoch der Kupferstecher gewaltig nachhelfen, um die Platte zum Drucke fähig zu machen. Weitere Fortschritte auf diesem Gebiete wurden von Pretsch, dessen Schüler Leopold und insbesondere durch Georg Seamoni in Petersburg gemacht. Zu bemerken ist, daß in einigen dieser Methoden man den galvanischen Strom zur Erzeugung eines Abdruckes nicht benutzt; so wird in der sogenannten Heliotypie von dem Chromogelatine-Reliefbild, welches auf einer polirten Zinkplatte festgestellt wird, in einer Buchdruckerpresse mit gewöhnlicher Buchdruckerfarbe gedruckt.

Die enorme Bedeutung der Heliogravure im engeren Sinne für große auszuführende Werke darzustellen, war Zweck der vorliegenden Zeilen. Die im vorigen geschilderten Arbeiten waren seinerzeit in der Wiener elektrischen Ausstellung in sehr instruktiver Weise vorgeführt worden und verfehlten nicht das lebhafteste Interesse der Besucher derselben zu erregen.

Die Dynamomaschinen von Lahmeyer und Eickemeyer.

Von Prof. Dr. G. Krebs in Frankfurt a. M.

Unter den neuerdings bekannt gewordenen Dynamomaschinen scheinen zwei die Aufmerksamkeit der Elektrotechniker besonders erregt zu haben, die von Lahmeyer (Aachen) und die von Eickemeyer (Yonkers, N. Y.).

1. Die Dynamomaschine von Lahmeyer*), welche Fig. 1 im Durchschnitt und Fig. 2 perspektivisch zeigt, ist eine zweipolige Trommel-

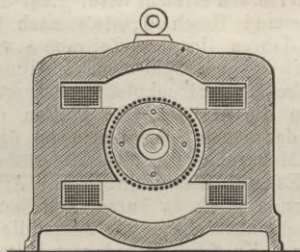


Fig. 1.

maschine; sie hat ein aus einem Stück gegossenes Eisengestell, so daß (wegen der Vermeidung aller Fugen) der Zerstreung von Kraftlinien möglichst vorgebeugt wird. Während Kapp zwischen dem berechneten und beobachteten Werte der Kraftlinien eine Differenz von ca. 30 Proz. findet, soll die bei der Lahmeyer'schen Maschine konstatierte viel geringer sein (7—8 Proz.).

Der Anker besteht aus dünnen Eisenscheiben mit Zwischenlagen von Papier; da

einzelne Scheiben ausgelassen sind, so entstehen zweckmäßige Zwischenräume für die Ventilation.

Maschine G. III: bei 1200 Touren 66,5 Volt und 70 Ampère; 6000 Windungsampère im

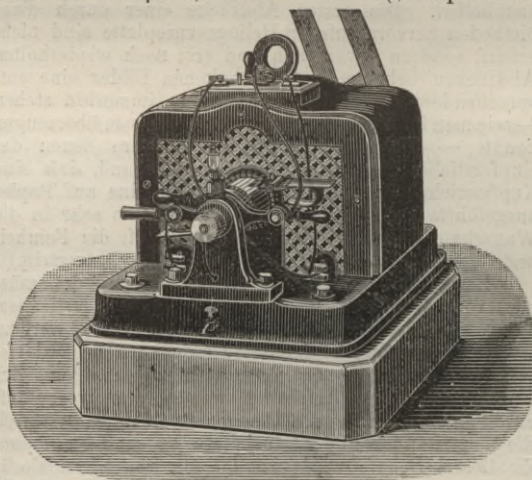


Fig. 2.

Nebenschlußdraht, 0,018 Ohm Ankerwiderstand; mittlere magnetische Intensität 2750 c. g. s. Übrigens ist die Konstruktion, welche dieser Maschine zu Grunde liegt, nicht absolut neu.)*

2. Die Maschine von Eickemeyer**) ist ebenfalls eine Trommelmaschine; Fig. 3 zeigt

*) Elektrotechnische Zeitschrift 1888. Heft IV.

*) Elektrotechnische Zeitschrift 1888. Heft V.
**) The Electrical Engineer, March 1888.

dieselbe als Ganzes, Fig. 4 die Trommel und Fig. 5 die Trommel nebst Magnetschenkel mit Weglassung der Seitenplatten.

Die Armatur ist völlig von den Windungen des Feldmagnetes umschlossen und diese sind wieder von einem rechtwinkligen Eisenrahmen umgeben, welcher in eine Verlängerung ausgeht, die zur Stütze der Achse dient; seitlich

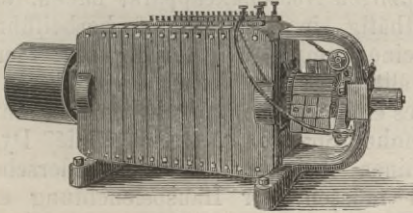


Fig. 3.

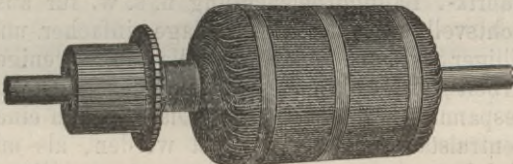


Fig. 4.

ist die Maschine durch Eisenplatten verschlossen. Die Windungen um die Elektromagnetschenkel laufen der Achse parallel und sind, wie Fig. 6 zeigt, gebogen.

Die Armatur besteht aus 44 vierfachen Bündeln, welche zunächst auf eine Form gewickelt, dann von dieser abgenommen und auf

den cylindrischen Eisenkern geschoben werden. Die Drähte und die einzelnen Bündel liegen parallel nebeneinander, so daß, wenn ein Bündel defekt geworden, es leicht abgenommen und durch ein anderes ersetzt werden kann.

Bei dieser Wickelungsart soll mehr als ein Drittel des Drahtes, der sonst für eine Trommel

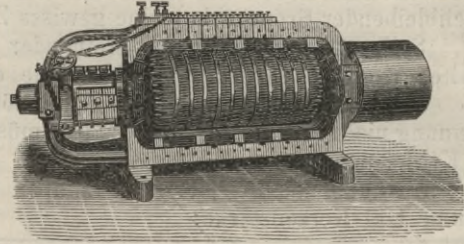


Fig. 5.

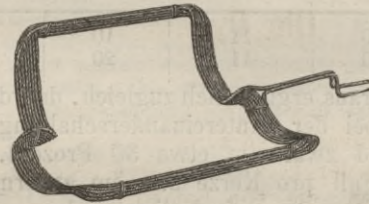


Fig. 6.

nötig ist, gespart werden. Eickemeyer ist eigentlich Fabrikant für Maschinen, welche zur Hutfabrikation dienen; nach vielen Versuchen soll er auf diese Dynamomaschine gekommen sein, welche als sehr wirkungsvoll gerühmt wird.

Über die Hintereinanderschaltung der Glühlampen.

Schon seit mehreren Jahren hat der bekannte Elektrotechniker Bernstein Beleuchtungsanlagen herzustellen versucht, bei welchen Glühlichter nicht wie gewöhnlich, parallel, sondern hintereinander geschaltet waren. Die Resultate sollen recht zufriedenstellende sein.

Bei der Parallelschaltung müssen alle Glühlichter gleich viel Volt besitzen, etwa 100, während die Ampère gleich oder verschieden sein können, je nachdem die Glühlichter dieselbe Kerzenstärke haben sollen oder nicht; die Zahl der Voltampère pro Kerze aber muß wieder annähernd gleich sein — annähernd, weil der Übergangswiderstand bei dickeren und dünneren Fäden an den Anfügungsstellen nicht der gleiche ist.

Siemens fabrizirt z. B. Glühlichter von 10, 16 und 35 Kerzen, bei welchen folgende Verhältnisse obwalten:

Kerzenstärke	Volt	Ampère	Voltampère pro Kerze
10	100	0,39	3,9
16	100	0,53	3,3
35	100	1,12	3,2

Hat also eine Maschine nur 100 Volt, so kann man sehr viele Glühlichter parallel schalten, wenn nur die Stromstärke groß ist. Nun ist es aber leicht, Maschinen mit mäßiger Spannung und fast unbegrenzt großer Stromstärke herzustellen, so daß die Beleuchtung mittels parallel geschalteten Glühlichtern keinen besonderen Schwierigkeiten begegnet. — Während nun bei parallel geschalteten Glühlichtern die Spannung konstant ist, muss bei hintereinandergeschalteten die Stromstärke nach dem Gesetz des einfachen, unverzweigten Stromkreises

gleichbleiben; dagegen kann die Spannung, je nach der Kerzenstärke, welche die Lampe haben soll, wechseln, wobei indessen wieder die Zahl der Voltampère gleich bleiben muß: Bei der Parallelschaltung (unter Voraussetzung gleichbleibender Spannung) verzehrt jede Lampe eine gewisse Zahl Ampère, bei der Hintereinanderschaltung dagegen (unter Voraussetzung gleichbleibender Stromstärke) eine gewisse Zahl Volt. Sollen viele Lampen hintereinander geschaltet werden, so muß die Maschine eine hohe Spannung haben. Damit die nötige Spannung nicht ins Übermäßige wachse, müssen die Kohlefäden kurz und dick sein.

Wir wählen als Beispiel zwei Lampen von 50 und 100 Kerzenstärke:

Kerzenstärke	Ampère	Volt	Voltampère pro Kerze
50	11	10	2,2
100	11	20	2,2

Hieraus ergibt sich zugleich, daß der Nutzeffekt bei der Hintereinanderschaltung größer ist, und zwar um etwa 30 Prozent, da im einen Fall pro Kerze 2,2, im andern 3,2 bis 3,9 Voltampère erforderlich sind.

Bernstein berichtet über eine Station von 6000 Lampen nach dem System der Hintereinanderschaltung. Jede Lampe soll 20 Kerzen, 7 Volt und 9,75 Ampère haben. Die ganze Anlage zerfällt in 20 Leitungskreise von je 2000 Volt mit 300 Lampen (von denen jede 2000 : 300 = ca. 7 Volt absorbiert).

Jede Lampe muß übrigens einen etwas komplizierten Ausschaltapparat haben, welcher selbstthätig einen Kurzschluss herbeiführt, sobald eine Lampe etwa durchbrennt; hierdurch wird allerdings der Vorteil des größeren Nutzeffektes einigermaßen aufgehoben. — Wenn auch die hohe Spannung, welche die Dynamomaschinen bei der Hintereinanderschaltung haben müssen, für Hausbeleuchtung ersten Bedenken unterliegt, so hält doch Siemens*) diese Schaltungsweise namentlich zur Straßens-, Fabrik-, Bahnhofbeleuchtung u. s. w. für aussichtsvoll, weil die ganze Anlage einfacher und billiger ist und auch die Wartung weniger Arbeit verursacht. Zugleich können mit hochgespannten Strömen größere Distrikte von einer Centralstation aus beleuchtet werden, als mit niedriger gespannten. Kr.

*) Elektrotechn. Zeitschrift, 1888, Heft 1 (Januar).

Siemens'sche Kohle für hintereinander geschaltete Glühlampen.*)

In dem Aufsätze über die Hintereinanderschaltung der Glühlampen sind 11 Ampèrelampen erwähnt, welche Siemens für dieses Schaltungssystem hergestellt hat. Die Kohlenfäden sind durch Dissoziation von Kohlenwasserstoffen gewonnen und unterscheiden sich in ihren physikalischen Eigenschaften sehr vorteilhaft von der Bambuskohle. Der Leitungswiderstand in Bezug auf Quecksilber beträgt für die neue Kohle 7,17 und für die unpräparierte Bambuskohle 62,56; es hat also die neue Kohle eine fast 9 mal größere Leitungsfähigkeit.

Der Temperaturkoeffizient $\left(\alpha = \frac{W_n - W_1}{W_1(t_n - t_1)}\right)$

ist bei der neuen Kohle 5—6 mal so groß wie bei der alten; er nimmt mit steigender

Temperatur stetig ab. Der Gesamtwiderstand vermindert sich mit steigender Temperatur um etwa 55 Prozent (bei der Bambuskohle um 45 Prozent) und ist bei der Weißglut, ebenso wie bei der Bambuskohle, ein Minimum. Beim Glühen an der Luft vermindert sich das Gewicht der Kohle nur sehr langsam.

Das spezifische Gewicht der neuen Kohle ist 2,0102, das der Bambuskohle 1,5837.

Der Kohlenfaden, oder besser Kohlenstab ist auch bei diesen Lampen hufeisenförmig gebogen und an den Enden erheblich verdickt; letztere stehen in Hülsen von Metall, mit welchen sie durch galvanischen Nickelnieder Schlag engleitend verbunden sind. Mit den Metallhüllen sind die Platindrähte verlötet. Kr.

*) Elektrotechnische Zeitschrift 1888. Heft 1 (Januar).

Kritische Untersuchungen über Sekundärelemente.

Von Dr. A. Elsas*), Privatdozent an der Universität Marburg.

I.

Je mehr die Technik anerkennt, daß ein Urteil über die wirtschaftliche Brauchbarkeit der Sekundärelemente nicht gefällt werden kann, so lange nicht der

Prozess der Strombildung in denselben vollständig physikalisch analysiert worden ist, desto dringender tritt an den Physiker die Aufgabe heran, durch methodische Experimentaluntersuchungen die Herbeiführung der

*) Aus den Sitzungsberichten der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Marburg a. L.

Entscheidung zu beschleunigen. — In diesem Sinne wird eine Reihe kritischer Versuche, welche ich auf Grund eines vorangegangenen eingehenden Studiums in einem Experimentalkolleg über Akkumulatoren vorgeführt habe, der Veröffentlichung nicht unwert erscheinen.

1. Die Frage, welches ist der Elektrolyt, der bei der Ladung und Entladung eines Planté'schen Akkumulators zersetzt wird, beantwortet eine neuere Untersuchung über die Sekundärelemente*) in sehr einleuchtender Weise dahin, daß eine Wasserzersetzung eintrete. Die elektrolytisch aus der verdünnten Schwefelsäure ausgeschiedenen Gase, Wasserstoff und Sauerstoff, würden dann sekundär auf die Elektroden wirken, bei der Ladung im entgegengesetzten Sinne, wie bei der Entladung. Indessen ist gegen diese Auffassung von vornherein geltend zu machen, daß zur elektrolytischen Zersetzung des Wassers zwischen unlöslichen Elektroden eine sehr hohe elektromotorische Kraft erforderlich ist, sagen wir 2,8 Volt, die bedeutend größer ist, als die elektromotorische Kraft der Polarisatoren, welche dem Strom bei der Ladung des Akkumulators entgegenwirkt, nämlich 2,2 Volt, während bei der Entladung der Akkumulator sogar nur eine elektromotorische Kraft von 2 Volt höchstens besitzt.

Auch E. Reynier hält die verdünnte Schwefelsäure für die elektrolytische Flüssigkeit des Akkumulators und nimmt an, daß der Zersetzungsprozess reversibel ist. Nach ihm entspricht das sich entladende Sekundärelement zu Anfang dem Schema $Pb | 2H_2SO_4 | PbO_2$, zu Ende dem Schema $PbSO_4 | 2H_2O | PbSO_4$, während bei der Ladung aus dem Bleisulfat sekundär einerseits Blei abgeschieden, andererseits Superoxyd gebildet wird.

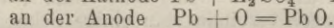
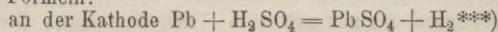
Nun ist die Bildung von Bleisulfat an beiden Elektroden von so vielen Experimentatoren konstatiert und untersucht worden, daß an der Thatsache selbst nicht wohl mehr gezweifelt werden kann; während aber die Einen sie für eine notwendige Bedingung der Akkumulatorenwirkung halten, sollen wir sie nach Anderen als einen höchstens durch den Schutz, welchen die unlösliche Sulfatschicht den Elektroden beim Stehen des Akkumulators gewährt, nützlichen sekundären Prozess betrachten.

2. Dieser Meinungsverschiedenheit gegenüber ist eine Untersuchung von Herrn Tscheltzow**) von besonderem Interesse. Derselbe bestimmt die Wärmewerte verschiedener chemischer Prozesse, welche denkbarerweise im Akkumulator statthaben könnten, und fand, daß bei der Umwandlung beider Elektroden in Bleisulfat 88,60 Cal. frei würden, einer elektromotorischen Kraft von 1,93 Volt entsprechend. Da aber diese Zahl sehr nahe mit der beobachteten elektromotorischen Kraft des Entladungsstromes übereinstimmt, muß man nicht allein schließen, daß die Sulfatbildung der wesentliche chemische Prozess ist, sondern, wie mir scheint, weiter folgern, daß $PbSO_4$ der Elektrolyt des Akkumulators ist. Schon Herr O. Lodge***) hat darauf aufmerksam gemacht, daß eine mit Wasser übergossene Schicht von Bleisulfat zwischen Platinplatten elektrolytisch werden kann und Bleisuperoxyd auf der Anode abscheidet, womit zusammenhängt, daß das Sulfat nicht ganz unlöslich sein kann.

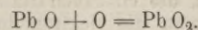
Indessen muß die Thatsache beachtet werden, daß zur Erreichung der höchstmöglichen Leistungsfähigkeit des Akkumulators nach Planté die Ladung mit einer zur Wasserzersetzung genügenden elektromotorischen

Kraft geschehen und fortgeführt werden muß, bis Gasblasen an den Elektroden auftreten. Setzt man die Ladung noch weiter fort, so wächst die dem Ladungsstrom entgegenwirkende elektromotorische Kraft über den Wert von 2,2 Volt hinaus*) und erreicht unter Umständen sogar 2,8 Volt. Löst man dann den Akkumulator von der ladenden Säule und läßt ihn sich sofort entladen, so hat auch die elektromotorische Kraft der Entladung nahezu diese Größe, freilich nur für Sekunden, was darauf hinweist, daß nach vollendeter Ladung des Akkumulators die Gase Wasserstoff und Sauerstoff sich auf den Platten des Voltameters $Pb | H_2SO_4 | PbO_2$ aus Wasser abscheiden, wie bei der Kombination $Pt | H_2SO_4 | Pt$ auf den Platinplatten, und daß bei der Entladung sich zunächst wieder H_2 und O zu H_2O vereinigen. Für den ferneren Verlauf der Entladung, welchem die längere Zeit konstante elektromotorische Kraft von 1,9 bis 2 Volt zukommt, würde dann, dem von Berthelot experimentell begründeten Gesetz der Elektrolyse**) entsprechend, ein anderer chemischer Prozess anzunehmen sein.

Ich stelle mir den Ladungsvorgang, um von diesem zuerst zu sprechen, folgendermaßen vor: Setzt man einen Akkumulator frisch zusammen, taucht also reine Bleiplatten in reine verdünnte Schwefelsäure und sendet einen Ladungsstrom hindurch, so wird an der Anode zunächst eine Oxydation eintreten, an der Kathode Blei zu Sulfat gelöst werden, wodurch sekundär Wasserstoff ausgeschieden wird. Es erscheint dann $PbSO_4$ als Elektrolyt. Die Reaktionen verlaufen zunächst nach den Formeln:



Sobald die Anode mit Oxyd bedeckt ist, muß der Prozess ein anderer werden und die elektromotorische Gegenkraft muß wachsen, indem die Oxydation fortschreitet:



Ist diese Stufe erreicht, so kann eine Wasserzersetzung eintreten, bei welcher die mit Superoxyd bedeckte Platte sich wie die Platinanode in einem Wasser-Voltameter verhält und Sauerstoff aufnimmt, der nur noch sekundär chemisch wirken kann, sonst aber entweicht.

Bei der ersten Phase der Ladung sind die wesentlichen Vorgänge, welche die elektromotorische Gegenkraft des Akkumulators veranlassen, die Zerlegung von Bleisulfat durch den Strom und die gleichzeitige Oxydation der Anode; die Sulfatbildung an der Kathode ist im eigentlichen Sinne eine sekundäre Aktion, die permanent unter Ausscheidung von Wasserstoffgas stattfindet, ohne durch den Strom direkt verursacht zu sein. Ist diese Auffassung richtig, so folgt aus den Daten von Tscheltzow, daß der Wärmewert des Prozesses 32,16 Calorien beträgt, welchem eine elektromotorische Gegenkraft von 0,70 Volt entspricht. Der zweiten Phase der Ladung käme der Wärmewert 44,30 Cal., die elektromotorische Kraft 0,96 zu.

3. Die experimentelle Stütze für die obigen Erklärungen, deren hypothetischer Charakter nicht verkannt werden darf, sehe ich in folgenden Versuchen:

Schließt man ein Daniell-Element mit einem Paar frisch geschabter Bleistreifen in reiner verdünnter Schwefelsäure und dem Nebenschluß 0/10 einer Siemens-

*) Vgl. z. B. Häberlein, a. a. O. p. 410, tab. VII und VIII.

**) Berthelot, Über die Grenzen der Elektrolyse, Ann. de chimie et de phys. [5] 27, p. 89.

***) Die Sulfatbildung findet nur bei frisch bereiteter Säure statt; sie bleibt aus, wenn die Flüssigkeit schon Sulfat enthält und auch, wenn die elektromotorische Kraft des Ladungsstromes gering ist.

*) W. Häberlein, Über die Beziehungen der elektrischen Größen und den Nutzeffekt von Sekundärelementen; Wiedemann's Annal. 31, p. 393. 1887.

**) Tscheltzow, C. R. 100, p. 1458; 1885.

***) O. Lodge, Nature 26, p. 596; 1882.

sehen Sinus-Tangenten-Boussole zu einem Stromkreise zusammen, so beobachtet man leicht das Anwachsen der elektromotorischen Gegenkraft. Bei einem Instrument von 128,4 S.-E. Widerstand war der Ausschlag, den ein Daniell von nahe 1,1 Volt gab, wenn statt des Bleivoltameters ein Draht von nahezu demselben Widerstand eingeschaltet war, 70 Grad; nach Einschaltung des Voltameters fiel der Ausschlag schnell auf etwa 26 Grad und dann langsam auf 18 Grad. Da der Widerstand des Stromkreises sich erfahrungsmäßig wenig änderte, kann man die Tangenten der Ausschläge den wirksamen elektrischen Kräften proportional setzen, und man erhält so:

Ausschläge	Tangenten	Elektrom. Kräfte	Gegenkraft des Voltam.
70 Grad	2,747	1,10 Volt	
26 „	0,4877	0,19 „	0,91 Volt
18 „	0,3249	0,13 „	0,97 „

Man sieht, daß sehr schnell die zweite Phase der Ladung erreicht wird, und beobachtet, daß Wasserstoff an der Kathode entweicht.

Zweitens verbinde man das Voltameter mit den mittleren Näpfen eines Quecksilber-Druckschalters, während die anderen Näpfe einerseits mit einer Batterie von größerer elektromotorischer Kraft (ich benutzte abwechselnd 5 Meidinger und 8 Leclanché-Elemente), andererseits mit einem Stromkreise, welcher außer dem Galvanometer einen größeren Widerstand enthält, verbunden sind. Hierbei verbinde man einige Sekunden lang das Voltameter mit der Säule, lege darauf in dem Galvanometerkreis um, verbinde wieder u. s. w. So kann man, wenn man die Dauer der Ladungen allmählich vergrößert, die einzelnen Stufen der Ladungen verfolgen, indem man die elektromotorische Kraft der Entladung durch einen größeren Widerstand beobachtet. Bei ca. 1000 S.-E. eingeschaltetem Widerstand wurden nacheinander die ersten Ausschläge 12,5 Grad, 14,5 Grad, 15 Grad, 15,5 Grad beobachtet. Darauf wurde ein Sprung auf 34 Grad konstatiert; aber die Nadel blieb nur wenige Sekunden in dieser Lage, und sank fast momentan auf 16 Grad und dann langsam weiter. Nach nochmaliger Verbindung mit der Batterie bleibt die Nadel schon länger über 34 bis 35 Grad stehen, und bald erhält man erste Ausschläge bis 40 und 45 Grad und größere Konstanz des Entladungsstroms.

Das zum Vergleich dienende Daniell-Element gab 23 Grad Ausschlag, woraus sich berechnet, daß den Ausschlägen

12,5°	14,5°	15°	15,5°	34°	40°	45°
0,57	0,67	0,69	0,72	1,75	2,17	2,59

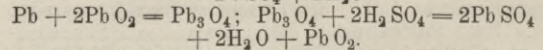
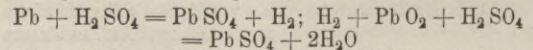
Volt elektromotorische Kraft entsprechen. Hierbei treten deutlich zwei Phasen der Entladung in die Erscheinung. Das vorhin besprochene Experiment zeigt eine Phase der Ladung, welcher die elektromotorische Kraft 0,90 Volt, der Wärmewert 44,3 Calorien entspricht; hier haben wir eine Entladung, der offenbar diese Phase der Ladung vorhergegangen sein muß, mit der anfänglich elektromotorischen Kraft 0,70 Volt und dem Wärmewert 32,16 Cal.

Daraus ist zu folgern, daß bei dieser Entladung PbO zu Pb reduziert und an der Pb-Elektrode Sulfat gebildet wird, und dieser Prozeß erscheint erklärlich, da bei der Ladung mit schwacher elektromotorischer Kraft (1 Daniell) nur eine unerhebliche Schicht PbO₂ erzeugt sein kann, welche zu PbO reduziert wird, ehe

die Nadel des Galvanometers zur Ruhe kommt, während bei der stärkeren Ladung der Abfall der elektromotorischen Kraft anzeigt, daß alles PbO₂ umgewandelt ist.

4. Welchen Entladungsprozesses hat man sich nun vorzustellen, wenn der Akkumulator mit einer starken Säule zum Maximum der elektromotorischen Kraft geladen ist? In den ersten Augenblicken wird der Wasserstoff auf der Pb-Elektrode und der freie Sauerstoff auf der PbO₂-Elektrode zu einer Bildung von Wasser Veranlassung geben, wie bei dem Wasservoltameter mit Platinplatten.

Darauf aber wird eine Sulfatbildung an beiden Elektroden eintreten, wobei dann auch Bleisulfat als der Elektrolyt des Akkumulators erscheint. An der Pb-Elektrode wird SO₃ und O abgeschieden und hierdurch Sulfat erzeugt. An frischen Elektroden beobachtet man daneben eine lebhaftere Wasserstoffentwicklung, welche wohl dadurch zu Stande kommt, daß das Jon O sich mit dem freien Wasserstoff auf der Pb-Platte verbindet, während gleichzeitig die Reaktion: $Pb + SO_3 + H_2O = PbSO_4 + H_2$ stattfindet, so daß der Wasserstoff immer wieder ersetzt wird. An der PbO₂-Elektrode wird das naszierende Blei die Veranlassung zu einem der folgenden Prozesse geben:



Jedenfalls wird ein PbO₂ der Elektrode in Sulfat umgewandelt.

Der Wärmewert, welcher für die elektromotorische Kraft der Entladung maßgebend ist, muß daher der Umwandlung beider Elektroden in Sulfat entsprechen, also nach Tscheltzow 88,60 Cal. betragen (äquivalent 1,93 Volt).

Der Theorie nach muß die Entladung mit konstanter elektromotorischer Kraft erfolgen, bis alles PbO₂ in Sulfat umgewandelt ist. In Wirklichkeit aber bringt schon der Umstand, daß das Bleisulfat fast unlöslich ist, andere Verhältnisse mit sich, z. B. veranlaßt das Sulfat, welches die Pb-Platte bedeckt, eine Oxydation derselben und somit den Abfall der elektromotorischen Kraft, ehe das Superoxyd völlig aufgelöst ist.

5. Es liegt die Frage nahe, warum innerhalb gewisser Grenzen, die man nicht eng nennen kann, die elektromotorischen Kräfte bei der Ladung sowohl wie bei der Entladung sich kontinuierlich ändern, während doch der Übergang von einem chemischen Prozeß zu einem anderen einen Sprung bedeutet. Bei der Entladung z. B. dauert der Abfall von 2,17 Volt bis 1,75 Volt selbst bei den benutzten Bleistreifen von nur 10 qcm Fläche einige Minuten und der weitere Abfall auf 0,70 Volt geschieht zwar schnell, aber doch nicht gerade sprunghaft. Herr Häberlein folgert*), daß der plötzliche oder rasche Abfall der elektromotorischen Kraft bei der Entladung eine Polarisation der Platte durch Gase anzeige. Indessen scheint mir folgende Erklärung den Vorzug zu verdienen: Da die Platten nicht an allen Stellen absolut gleich sind, wird an einzelnen Stellen der Übergang zu dem minderwertigen chemischen Prozeß früher erfolgen, als an andern, und erst nach einiger Zeit nimmt die ganze Platte an dem neuen Prozeß teil. So hat man denn gewissermaßen zwei verschiedene elektromotorische Kräfte nebeneinander im Stromkreise, die zu einer scheinbaren Resultante zusammenwirken, und diese ändert sich kontinuierlich, weil die Oberfläche der einen Komponente stetig wächst, die der anderen stetig abnimmt. (Schluß folgt.)

*] W. Häberlein a. a. O.

für Belgien einen doppelten Erfolg zu verzeichnen, denn die Gesellschaften haben nach einer vergleichenden Prüfung aller telephonischen Apparate den von Herrn Mourlon in Brüssel konstruirten gewählt. Es ist bekannt, daß es dieser Apparat ist, den man in Belgien für das Telephonnetz anwandte und der mit so ausgezeichneten Erfolgen zwischen Paris und Brüssel arbeitet. Es ist dieser Apparat von allen Produkten belgischer Industrie vielleicht derjenige, dessen Verbreitung sich auf die fernest gelegenen Erdteile erstreckt, nicht nur auf Amerika, sondern selbst auf China und Japan und bis zum Congo, wo bei dem Netze der Insel San Thomé nur solche Apparate zur Anwendung gebracht werden, die aus den Werkstätten belgischer Fabrikanten hervorgegangen. A. K.

Telephongesellschaften in Japan. Dank den Anstrengungen des belgischen Gesandten in Japan, Mr. G. Neyt, der den ersten Schritt that und die japanische Regierung mit der geistreichen Erfindung unseres Landsmannes bekannt machte, wird nächst dem das Telegraphennetz dieses Reiches auch auf das Telephon ausgedehnt werden. Alles notwendige Material wurde unlängst in Belgien nach der Anordnung des Ministers von Japan, des Admirals Enomotto Takaki, bestellt.

In dieser Beziehung hat sich in Japan zu Gunsten der Erfindung von Van Rysselberghe ein Ereignis vollzogen, das für alle diejenigen der Erwähnung würdig ist, welche sich für die Anwendung der Elektrizität interessieren. Und wirklich hatte, bevor die Regierung das System definitiv annahm, ein gewisser M. J. Fujioka, ein Professor an der technischen Hochschule in Tokio, auf ein Ausschreiben des stellvertretenden Ministers S. E. Inouyé Masaru, demselben einen sehr vollständigen Bericht über den Nutzen vorgelegt, den man ziehen könnte, wenn man dieses System auf die Telegraphenlinien Japans anwendete.

Mit Hilfe von einfachen Gesetzen, die er aus den Schriften von M. Buels und Ch. Mourlon über das in Frage stehende System zusammengestellt hatte, kam er beim Gebrauche von Apparaten, die er der technischen Hochschule zu Tokio entlehnt, darauf, es auf eine Telegraphenlinie anzuwenden. Er erzielte einen vollständigen Erfolg und konnte so einen Versuch nutzbar machen, welcher, obgleich unter den ungünstigsten Umständen gemacht, dennoch dem erfinderischen Geist und den technischen Kenntnissen der Japanesen die grösste Ehre macht. A. K.

Die Motor-Generatoren. Mit der Bezeichnung „Motor-Generatoren“ hat man in England eine gewisse Art von Transformatoren bezeichnet, welche teils in Ausführung, teils auch erst in Vorschlag zu dem Zwecke gebracht worden sind, um die Entfernung der Elektrizitätsverteilung von den elektrischen Zentralstationen über die zur Zeit für die Parallelschaltung sich ergebende Grenze zu vergrößern, welche selbst

für das Dreidrahtsystem nicht über einige hundert Meter hinausgehen kann.

Mit bezug hierauf benutzt man schon seit etwa drei Jahren die Wechselstromtransformatoren, jedoch werden gegenwärtig die Wechselströme viel weniger benutzt, als die Gleichströme, weil die bisher konstruirten Wechselstromgeneratoren einen weniger guten Nutzeffekt ergaben, als die Gleichstromgeneratoren.

Die Motor-Generatoren oder rotirenden Transformatoren, welche — nach Hospitalier, aus dessen Electrician wir diese Bemerkungen entnehmen — zuerst von G. Cabanellas erdacht worden sind, der dieselben 1880 unter der Bezeichnung robinets électriques in Vorschlag brachte, haben zum Zweck die Benutzung hochgespannter Gleichströme zur Verteilung mit niedriger Spannung sowohl für Beleuchtungszwecke, als auch zu mechanischer Arbeitsleistung und zu elektrochemischen Prozessen und anderen Verwendungsarten zu gestatten. Von diesen Motor-Generatoren sind zur Zeit drei Systeme in Vorschlag gebracht worden:

1. Das System Edison, welches — wie es scheint — noch nicht die praktische Prüfung bestanden hat und welches in den davon veröffentlichten Patentbeschreibungen die Anlehnung an Cabanella's Vorschläge verrät.
2. Das System Jehl und Rupp mit drehendem Kommutator.
3. Das System Paris und Scott mit drehenden Spulen.

Das letztgenannte System, welches neuerdings auf der Ausstellung zu Newcastle dem Versuche unterworfen wurde, scheint ziemlich befriedigende Ergebnisse geliefert zu haben, obschon dasselbe hinsichtlich des Nutzeffekts den Wechselstromtransformatoren nachsteht.

Im allgemeinen erscheint es als sehr zweifelhaft, daß die Motor-Generatoren in der Elektrizitätsverteilung eine bedeutende Rolle übernehmen werden, indem diese Apparate neben dem verhältnismäßig geringen Nutzeffekt auch als wenig dauerhaft und wenig betriebssicher anzusehen sind, weil ihre bewegten Teile der Abnutzung stark unterliegen und steter Beaufsichtigung bedürfen. S.

Elektrolytischer Niederschlag von Aluminium. Hermann Reinbold giebt zu dem Zwecke im Jewlers Journal die folgende Vorschrift: Man löst 50 Gewichtsteile kristallisirten Alaun (Doppelsulfat von Thonerde und Kalium) in 300 Teilen Wasser und fügt 10 Teile Chlorammonium hinzu. Man erwärmt bis 75 Grad C., rührt die Mischung um und läßt dieselbe abkühlen. Man befestigt den zu überziehenden, zuvor mit verdünnter Schwefelsäure abgebeizten metallischen Gegenstand am negativen Pole einer galvanischen Batterie, deren positiver Pol mit einer Aluminiumplatte verbunden ist. Zur Herstellung eines guten Niederschlags muß der Strom sehr schwach sein. S.

Neue Bücher und Flugschriften.

(Die der Redaktion zugehenden neuen litterarischen Erscheinungen werden hier aufgeführt und allmählich zur Besprechung gebracht.)

Holthof, Kgl. Hauptmann a. D., Untersee-telephonie. Centralblatt für Elektrotechnik S. 145.
Reiniger, Gebbert und Schall, Katalog elektrisch-medizinischer Apparate.
Krieg, Dr. Martin, Taschenbuch der Elektrizität. Leipzig, Oskar Leiner.

W. Fritsche, Bemerkungen über die Anlage von Centralstationen für elektrische Beleuchtung.
Ludwig von Orth, Eine neue Methode zur Untersuchung arbeitender Batterien. Inauguraldissertation. Berlin, Leonhard Simon.