

Werden durch den Elektromotor Wechselströme erzeugt, so nutzen sich die Kohlen ganz gleichmässig ab und behalten beide die zugespitzte Form.

Der Lichtbogen setzt dem Strom einen im Verhältniss seiner Länge stehenden mehr oder weniger grossen Widerstand entgegen, und es bedarf Elektromotoren von grosser elektromotorischer Kraft, um ihn zu erzeugen. Man braucht eine Batterie von mindestens 30 Bunsen'schen Elementen, um ein einigermassen lebhaftes elektrisches Licht mit Bogen hervorzurufen. Man kann den Bogen bei entsprechender Grösse des Elektromotors sehr lang machen, man hat ihn bis zu 20 Centimeter durch eben so grossen Abstand der Kohlen gebildet. Der Bogen lässt sich leicht ausblasen und dadurch das Licht zum Erlöschen bringen, das dann erst durch Berühren der Kohlen wieder gebildet werden kann. Die Wärme des Lichtes erhitzt die umgebende Luft, die, aufwärts strömend, einen Druck auf den Bogen ausübt, und wenn die Kohlen horizontal liegen, denselben nach oben wölbt. Daher denn die Bogenform, während sonst eine gerade Lichtlinie (von etwas grösserer Dicke in der Mitte als an den Enden) sich bilden würde. Stehen die Kohlen senkrecht, so entsteht auch dann durch die Luftströmung ein schwacher Bogen, der nicht einen ruhigen Stand besitzt, sondern hin und her wagt. Es ist damit eine gewisse Unstetigkeit des Lichtes verbunden, die jedoch um so weniger bemerkbar wird, je näher sich die Kohlen stehen, je kleiner also der Bogen ist.

Während das Licht der Kohlen fast rein weiss ist, so enthält das des Bogens vorzugsweise blaue und violette Strahlen. Ist der Bogen gross, so kann dadurch eine merkliche Färbung des ganzen elektrischen Lichtes erzeugt werden; namentlich dann wird dies beobachtet, wenn durch irgend welche Veranlassung der Strom etwas geschwächt und dadurch das Erlühen der Kohlen vermindert wird, der Lichtbogen kann dann ein gewisses Uebergewicht mit seinem Farbenton über das reine Weiss der Kohlen erlangen. Um dies zu vermeiden und das Licht stätiger zu erhalten, macht man den Bogen in der Regel klein, Siemens & Halske geben für ihre Lampen eine Entfernung der Kohlen von 3 mm an, gleich ob ein schwaches oder ein starkes Licht gebildet wird. Es ist einleuchtend, dass der Abstand der Kohlen oder die Länge des Bogens auch von grossem Einfluss auf die ganze Menge des entwickelten Lichtes sein muss, einen gegebenen Elektromotor vorausgesetzt. Je länger der Bogen, um so grösser sein Widerstand und um so geringer der Strom, um so kleiner auch die in der Einheit des Widerstandes entwickelte Wärme. Nun nimmt allerdings das Licht mit der Länge des Bogens wieder zu, doch in nicht sehr bedeutendem Grade, da der Bogen selbst nicht hervorragend leuchtet. Es ergibt sich jedenfalls, dass es eine gewisse Bogenlänge geben wird, wo eine gewisse Stromstärke das meiste Gesammtlicht erzeugen wird. Von Einfluss hierauf wird auch die Stärke der Kohlenstangen sein. Versuche liegen hierüber bis jetzt nicht vor. Es lässt sich denken, dass Dicke der Kohlen, Abstand derselben und Stromstärke in einem gewissen Verhältniss stehen, bei welchem das Maximum der Lichtwirkung entsteht. Um dies zu ergründen, müsste man Kohlenstäbe von verschiedener Dicke nach einander in die Lampe setzen und nunmehr einen Strom von gleich bleibender Stärke erzeugen, während man den Abstand der Kohlen verändert. Man würde einen gewissen Abstand finden, bei welchem jedes Kohlenpaar die grösste Lichtmenge entwickelt, und unter diesen verschiedenen Paaren würde wieder eines sein, welches sich am wirksamsten zeigte. In ähnlicher Weise würde man für andere Stromstärken die geeignetsten Kohlen und den besten Abstand derselben empirisch ausfindig machen.

Man erzeugt das elektrische Licht in einer Stärke von etwa 300 bis 14000 Kerzen. Durch Anwendung weisser Glaskugeln wird es allerdings mitunter viel schwächer, durch Anwendung von Hohlspiegeln oder Linsen einseitig um vieles verstärkt.

Die Kohlen. Als Lichtkohlen wurden lange Zeit und werden auch noch die an den Wänden der Gasretorten ausgeschiedenen dichten, klingenden, harten Massen verwendet, die auch zur Herstellung der Bunsen'schen Batterien als negative Pole dienen. Da dieselben etwas schwer bearbeitbar sind, auch nicht ganz rein, indem sie etwas (aus den destillirten Steinkohlen stammende) Asche enthalten, welche das Licht unstät macht, so bemühte man sich, Lichtkohlen künstlich herzustellen, indem man Pulver von möglichst reiner Kohle (man verwendet selbst reinen Russ) mit einem Bindemittel stark presste, das bei nachher erfolgendem Glühen selbst wieder zu Kohle sich zersetzt. Die französischen Techniker haben sich namentlich mit dieser Aufgabe viel befasst und es sind die Fabriken von Archereau, Carré, Gauduin von vorzüglicher Qualität und vielfach zur Verwendung gekommen; auch die von Gebr. Siemens & Co. in Charlottenburg sollen sich auszeichnen. Während man die Retortenkohlen quadratisch zuschnitt, so werden die künstlichen Kohlen mit kreisförmigem Querschnitt hergestellt. Carré liefert solche von 1 mm. bis 20 mm. Durchmesser, in Länge von ein halb Meter. — Die Kohlen müssen hart sein, damit sie sich möglichst wenig abnutzen, stark gebrannt, damit sie keine färbenden Gase im Licht entwickeln, und gute Leiter der Elektrizität, damit sie nicht selbst zu stark sich erhitzen und Kraftverlust verursachen; auch sollen die Stangen ganz gerade sein. Kommt in der Kohle eine schlecht leitende Stelle vor, so kann sie sich bis zum Glühen erhitzen und durchbrennen.

Tränkt man die Kohlen mit gewissen Salzen, so verdampfen dieselben im Lichtbogen und verstärken das Licht mitunter beträchtlich; Flamme und Rauch, die hierbei immer entstehen, bilden jedoch einen solchen Missstand, dass man von derartiger Erhöhung der Lichtwirkung ganz absieht.

Die Kohlen als schlechte Wärmeleiter erhitzen sich stets auf ihre ganze Länge, was natürlich einem Verlust an Elektrizität gleichbedeutend ist (weshalb man sie nicht zu lang machen oder den Strom von seiner Eintrittsstelle an dem metallischen Kontakt bis zum Bogen keinen zu langen Weg zurücklegen lassen darf) und unter Umständen auf mehrere Centimeter weit von ihrer Spitze erglühend durch die Wirkung des Bogens, werden sie auch so weit der Verbrennung unterliegen. Beide Wirkungen wusste man durch galvanisches Ueberziehen der Kohle mit Metallen zu vermindern. Der Gewinn scheint jedoch nicht im Verhältniss der grösseren

Fabrikationskosten der Kohlen zu stehen, denn metallische Kohlen findet man bis jetzt nur wenig in Anwendung; auch emaillirte Kohlen sind neuerdings hergestellt worden.

Die Regulatoren oder Lampen. Die Kohlenspitzen, zwischen denen das Licht sich bildet, werden ziemlich rasch verzehrt; der Abbrand steht im Verhältniss der Stromstärke und der Dicke der Kohlen, er beträgt 6 Centimeter und mehr per Stunde. Um das Licht in konstanter Stärke zu erhalten, ist es geboten, die Kohlen im Verhältniss als durch Abbrand die Spitzen weiter auseinander rücken, sich wieder zu nähern. Die Apparate, welche dies bewerkstelligen, werden als Regulatoren des elektrischen Lichtes oder auch als elektrische Lampen bezeichnet. Der Name „Lampe“ wird seit den letzten Jahren jedoch auch auf jede andere Gattung des Lichtgebers angewendet. Im Princip beruhen dieselben zumeist darauf, dass durch eine Triebkraft, in der Regel das Eigengewicht des mit der oberen Kohle verbundenen Gestänges, die Kohlen sich zu nähern suchen, bei Einleitung des Lichtes bis zur Berührung, während der Strom durch Bildung eines Elektromagneten oder direkt durch einen Schraubendraht auf die Kohlen umgekehrt einwirkt, und bei zu grosser Stärke in Folge zu bedeutender Annäherung der Kohlen dieselben auseinander treibt. Nur die älteste praktisch benützte Lampe von Foucault-Duboscq hatte zwei Spiralfedern die in entgegengesetztem Sinne auf die Kohlen einwirkten und von denen je nach der Stärke des Stroms, resp. der Entfernung der Kohlenspitzen, bald die eine, bald die andere in Thätigkeit gelangte. — Soll das Licht stets an derselben Stelle sich befinden (wenn es z. B. mittelst Spiegel zu reflektiren ist), so muss bei Anwendung gleichlaufender Ströme die untere negative Kohle halb so viel aufsteigen, wie sich die obere positive Kohle senkt; dies erfolgt einfach dadurch, dass die beiden Kohlenträger in ein Doppel-Zahnrad eingreifen, das für die negative Kohle den halben Durchmesser besitzt, wie für die positive; senkt sich letztere durch ihr Gewicht, so muss erstere nothwendig halb so viel steigen, und umgekehrt. Die untere Kohle kann fest stehen und die obere braucht sich allein zu senken, wenn die Veränderung des Lichtpunktes ohne Einfluss ist. Wenn bei Verwendung von Wechselströmen das Licht an demselben Ort sich entwickeln soll, so muss die untere Kohle sich ebensoviel heben, wie sich die obere senkt.

Die Zahl der Lichtregulatoren ist sehr gross, eine nennenswerthe Verbreitung haben aber nur wenige erlangt, unter denen die von Serrin und von Siemens & Halske in erster Linie zu nennen sind; in England soll auch die Lampe von Crompton verbreitet sein. Bei diesen Lampen wird die Auseinanderführung der Kohlen durch einen Elektromagneten bewirkt. Bei den Lampen von Jaspar und von Dornfeld etc. besorgt diese Arbeit eine vom Strom durchgeschlossene Schraube, in deren Innern sich eine Eisenstange bewegt.

Bei Anwendung der genannten Lampen ist es nicht möglich, mehr als 1 Licht in einem Stromkreis zu erzeugen, da die Schwankungen der Stromstärke in einer Lampe, durch welche erst die Regulierung der Kohlenstellung bewerkstelligt wird, auch auf alle andern eingeschalteten Lampen einwirken und dasselbst das Licht beeinflussen würde, so dass das Licht aller Lampen fortwährend sehr unruhig brennte. Durch Anbringung einer Zweigleitung, welche einen kleinen Theil des Stromes für die Bildung des elektrischen Lichtes unbenutzt lässt, gelingt es jedoch, die Schwankungen der Stromstärke in der Hauptleitung gering zu machen, auch wenn die in der Lichtleitung gross sein sollten, und demgemäss lässt sich auch durch Einschaltung einer Anzahl Lampen in einen Stromkreis ein ruhiges Licht in demselben erzeugen. In sehr vollkommener Weise hat namentlich die Differentiallampe von Siemens & Halske (System v. Hefner-Alteneck) diese Aufgabe zur Lösung gebracht. Bei derselben theilt sich der Strom in zwei übereinander befindliche Drahtschrauben, deren eine von kleinerem Widerstand das Licht in ihren Stromkreis einschliesst. Eine eiserne Stange steckt in beiden Schrauben und wird je nach Ueberwiegen des Stroms in der einen oder anderen Schraube gehoben oder gesenkt; die Stange treibt mittelst eines horizontalen Hebels die obere Lichtkohle (die untere steht fest) und steht mit dem Mechanismus im Gleichgewicht; weder Gewicht noch Feder wirkt auf die Bewegung der Kohle ein, sondern lediglich die Differenz der Zugkräfte der beiden Drahtschrauben. Wird bei zu grosser Annäherung der Kohlen der Strom in der betreffenden (unteren) Schraube zu stark, so geht die Eisenstange darin nieder und hebt damit die bewegliche Kohle auf; wird der Strom in der oberen Schraube zu stark, indem die Kohlenspitzen durch Abbrand zu weit auseinander kommen, so wird die Stange gehoben und drückt damit die Kohle nieder. Schwankungen der Stromstärke in den Hauptleitungen können auf das Verhältniss der Ströme in den beiden Zweigen nicht störend einwirken, somit die Lage der Kohlen nicht alteriren; es wird nur mit dem ganzen Strom auch der Zweigstrom des Lichtes alterirt und dieses dadurch entsprechend mehr oder weniger leuchten. — Es ist noch die Einrichtung getroffen, dass bei etwaigem Erlöschen des Lichtes ein direkter Kontakt des betreffenden Zweigs stattfindet, damit der Hauptstrom durch den alleinigen Strom in dem andern Zweig von sehr grossem Widerstand nicht zu sehr geschwächt werde.

Die Lichtregulatoren sind bei gleichfliessenden wie Wechselströmen anwendbar; die Wirkung seitens des Elektromagneten oder der Drahtschraube erfolgt in beiden Fällen in der gleichen Weise. Die Kohlen in denselben brennen in der Regel nicht über 5 Stunden, in der Differentiallampe 8 Stunden. — Die Lichtregulatoren sind difficile und kostspielige Werkzeuge; ihr Preis beträgt einige hundert Mark. (Fortsetzung folgt.)

Zur Theorie der Reglage.

Von

Jul. Grossmann in Locle.

(Fortsetzung von No. 9).

Es war schon allgemein bekannt, dass die Endkurven es bewirken, dass eine cylindrische Spiralfeder eine mehr oder weniger concentrische Form beibehält. Breguet hat auch dem äusseren Ende einer flachen Spiralfeder eine Endcurve gegeben und Ed. Phillips hat durch eine sehr