©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Ueber elektrische Beleuchtung

von

GUSTAV CAPESIUS

Vorbemerkungen.

Nachfolgende Arbeit hat nicht etwa den Zweck, eine erschöpfende Behandlung dieses für die Gegenwart so wichtigen Gegenstandes zu geben, da einerseits eine solche die Grenzen eines Aufsatzes weit überschreiten würde, andererseits es auch nicht an vortrefflichen Schriften mangelt, um sich darüber in eingehender Weise Belehrung zu verschaffen, sondern vielmehr die Aufgabe, auch in unserem engeren Vaterlande Siebenbürgen diese für das öffentliche Leben so wichtige Frage einmal einer eingehenderen Besprechung zu unterziehen und die Aufmerksamkeit der Industriellen und städtischen Vertretungskörper darauf zu lenken. Die elektrische Beleuchtung hat nämlich in der neuesten Zeit so bedeutende Fortschritte gemacht, dass jeder Gross-Industrielle sich ernstlichst die Frage vorhalten muss, ob es für ihn, namentlich auch aus ökonomischen Gründen, nicht geboten sei, diese Beleuchtungsart in seinem Etablissement einzuführen. Und ebenso ist vorauszusehen, dass in den Städten Siebenbürgens, in welchen bis noch die Gasbeleuchtung nicht in Wirksamkeit steht, statt der letzteren, wenn es die Mittel gestatten, gleich die elektrische Beleuchtung eingeführt werden wird, zumal es an vielen Orten an einem billigen Motor zur Bewegung der Lichtmaschinen, nämlich an Wasserkraft, nicht mangelt. Wer sich über die Einrichtung der elektrischen Lichtmaschinen und Lampen eingehend unterrichten will, den verweisen wir auf das umfangreiche in seiner Art classische Werk von Dr. H. Schellen: „Die magnet- und elektro-dynamischen Maschinen“, 2. Auflage, oder auf das compendiösere, nur die elektrische Beleuchtung behandelnde Werk von Dr. Alfred v. Urbanitzky: „Die elektrische

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis.“ Wir sind in unserer Arbeit vorzugsweise den Ausführungen dieser beiden Werke gefolgt. Dieselbe zerfällt in 2 Theile. Der erste Theil giebt einen historischen Ueberblick über die Entwicklung der Elektrotechnik zum Zwecke der Beleuchtung mit eingeschalteten Erklärungen der wichtigsten Principien, auf welche sich die Construktion der Lichtmaschinen und Lampen gründet, der zweite Theil enthält einige Andeutungen über Anlage Betrieb und Kosten der elektrischen Beleuchtung.

I.

Geschichtlicher Ueberblick über die Entwickelung der Elektrotechnik zum Zwecke der Beleuchtung.

Als der berühmte italienische Physiker Volta am Anfang dieses Jahrhunderts, angeregt durch die Versuche Galvani's, die Entdeckung machte, dass mehrere Stückchen Zink und Kupfer in geeigneter Weise mit einander verbunden einen continuirlichen elektrischen Strom erzeugen, da ahnte er wohl selbst nicht, dass er mit dieser Entdeckung den Grund zu einer langen Reihe anderer folgenreicher Entdeckungen und Erfindungen auf dem Gebiete der Elektricitätslehre legen würde, welche dazu bestimmt sein sollten, in dem öffentlichen Leben der Menschen einen grossen Umschwung hervorzurufen. Manche dieser Entdeckungen und Erfindungen, wie die Telegraphie, Telephonie, Galvanoplastik etc. sind bereits zu einer solchen Bedeutung gelangt, dass jedermann, selbst der weniger Gebildete einige davon aufzählen kann und so ist die Elektricitätslehre zu einer Macht gediehen, wie vielleicht kein anderer Zweig der Naturwissenschaften. Ihre hohe Wichtigkeit wird wesentlich vermehrt durch die Anwendung des elektrischen Lichtes zu Beleuchtungszwecken.

Da der Strom der nach ihrem Entdecker benannten Volta'schen Säule desto stärker wird, je grösser die Anzahl der Elemente ist, so kam der englische Physiker Davy im Jahre 1813 auf den Gedanken, durch eine genügend grosse Zahl von Elementen einen so starken Strom zu erzeugen, dass er die Kraft, mit welcher die Atome eines Körpers an einanderhaften, überbieten könnte. Er construirte nun eine Säule von 2000 Zink-Kupfer-Elementen von je 200 qcm. Fläche. Als er einst die Enden des Schliessungsdrahtes

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

mit Stäbchen aus Holzkohle versah und dieselben nach stattgefundener Berührung nur mässig von einander entfernte, entstand zwischen den Stäbchen ein blendend heller Bogen, der bei einer grössern Entfernung verschwand, wohl aber immer wieder auf's Neue hervorgerufen werden konnte, wenn man den früheren Versuch wiederholte. Damit war das elektrische Licht entdeckt.

Von nun an beschäftigten sich viele Physiker mit der Untersuchung des sogenannten Voltabogens. Schon Davy hatte gefunden, dass die Kohlenstäbchen in dem luftverdünnten Raume weiter von einander entfernt werden könnten, als in gewöhnlicher Luft und der Voltabogen somit grösser ausfalle. Eine Vergrösserung des Lichtbogens fand auch Depretz, wenn der positive Pol oben und der negative unten sich befand. Er ermittelte, dass der Lichtbogen desto länger ausfalle, je grösser die Zahl der Elemente sei, dass aber die Länge des Bogens rascher als die Zahl der Batterie-Elemente zunehme. Diese Erfahrungen sind auch später bei der Construktion der elektrischen Lampen verwerthet worden.

Interessant ist es, diesen Lichtbogen und das Verhalten der beiden Kohlenspitzen zum elektrischen Strom zu beobachten. Wegen der ausserodentlichen Helligkeit kann man den Flammenbogen ohne Gefahr für die Augen nicht direkt untersuchen und bedient sich dazu folgender Vorrichtung. Man umgiebt die Kohlenspitzen mit einer das Licht allseitig abschliessenden Laterne, in welcher sich nur an einer Seite eine kreisrunde Oeffnung befindet. Das Licht geht durch eine mässig vergrössernde Linse und fällt auf einen weissen Schirm, auf dem man nun bequem, selbst aus einiger Entfernung, alle Veränderungen der Kohlenspitzen und des Lichtbogens beobachten kann. Man erkennt sogleich, dass das intensivste Licht nicht von dem Flammenbogen sondern von den weissglühenden Kohlenspitzen ausgestrahlt wird; die positive Kohle verliert sehr bald ihre Spitze, höhlt sich kraterförmig aus und erhält die Gestalt eines hutförmigen Pilzes. An der negativen Kohle sammeln sich die von der positiven Kohle abgeschleuderten Kohlenpartikelchen und bilden ein hutförmiges Schildchen. Auch die negative Kohle sendet solche kleine Partikelchen zur positiven Elektrode, wenn auch in weit geringerem Masse. In dem Flammenbogen verbrennt ein grosser Theil dieser abgeschleuderten Kohlenpartikelchen. Die positive Kohle wird dabei ungleich stärker erwärmt als die negative. Während nämlich die erstere auch in grösserer Entfernung von der Spitze noch hell rothglühend erscheint,

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

ist die letztere nur dunkelrothglühend und in dieser ungleichen Erhitzung beider Pole liegt der Grund, warum die positive Kohle beinahe doppelt so rasch abnimmt als die negative.

Die Temperatur des Flammenbogens hatte Bequerel zwischen 2070° und 2100° C. gefunden, unter der Annahme, dass die Helligkeit proportional der Wärmestrahlung zunehme. Da indessen diese Annahme für höhere Temperaturen nicht ganz richtig ist, so unterzog Rosetti diesen Gegenstand einer neuen Untersuchung und fand, dass die geringste und höchste Temperatur etwa zwischen den Grenzen von 2500° und 3900° C. schwanke und es ergab sich fur die positive Elektrode eine bedeutend höhere Temperatur als für die negative. Trotz der enormen Wärme, die unmittelbar an den Elektroden sich entwickelt, ist dieselbe in einiger Entfernung doch viel geringer als die der anderen Lichtquellen; in Folge dessen erwärmt das elektrische Licht einer Lampe viel weniger die umgebende Luft in einem Locale als die Gasflamme oder jedes andere Licht. Der Grund hievon liegt in der ausserordentlich kleinen Ausdehnung der im Glühen befindlichen Kohlentheilchen. Je grösser aber die Flächenausdehnung einer Flamme ist, desto grösser ist auch die Wärmestrahlung.

Ueber Helligkeitsmessungen des elektrischen Lichtes stellten Foucault und Fizeau Versuche an. Nahm man die Lichtintensität der Sonne als Einheit an, so ergab sich für das elektrische Licht 0·5, und verglich man das letztere mit dem Drummond'schen Kalklicht, so fand man für das elektrische Licht eine 100-mal grössere Helligkeit. Bei allen derartigen Messungen muss man einen Unterschied zwischen Lichtstärke und Glanz machen. Die Lichtstärke zweier Flammen wird dann gleich sein, wenn eine und dieselbe Fläche in gleicher Entfernung von beiden Flammen gleich hell erleuchtet wird. Der Glanz zweier Flammen ist dann gleich, wenn sie bei gleicher Oberfläche auch gleiche Lichtmengen aussenden. Demnach können zwei Flammen von gleicher Lichstärke verschiedenen Glanz haben. Die Stärke des elektrischen Lichtes vergleicht man mit verschiedenen Lichteinheiten, entweder mit einem Carcel-Brenner (d. h. mit dem Lichte einer Moderateurlampe grössten Formates) oder mit dem Lichte einer Paraffinkerze von 20 mm. Durchmesser und genau vorgeschriebener Zusammensetzung des Dochtes

Der Flammenbogen setzt dem durchgehenden elektrischen Strome einen gewissen Widerstand entgegen, wodurch derselbe in

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

seiner Kraft geschwächt wird. Je länger der Flammenbogen wird, d. h. je weiter sich die Kohlenspitzen von einander entfernen, desto grösser wird dieser Widerstand. Er kann seinen Grund einerseits in dem Uebergang des Stromes aus der Kohle in die Luft, andererseits aber auch in dem Flammenbogen selbst haben, indem nämlich in dem letzteren eine elektromotorische Gegenkraft erzeugt wird, welche den Strom schwächt, indem sie einen diesem entgegengesetzten Strom zu erzeugen strebt. Untersuchungen, welche Edlund über diesen Gegenstand anstellte, haben ergeben, dass der Widerstand sich darstellen lasse durch die Gleichung:

$$w = a + bl$$

wo l die Länge des Bogens, a und b zwei Constanten bezeichnen. Die Constante a hat ihren Grund in der elektromotorischen Gegenkraft, welche unabhängig ist von der Stromstärke, wenn diese eine gewisse Grenze erreicht hat, dagegen wesentlich abhängt von der Natur der Spitzen. Sie ist kleiner, wenn dieselben aus Kupfer und grösser, wenn sie aus harter Kohle bestehen. Widerstand und Spannung stehen im geraden Verhältniss zu einander, d. h. je länger und dünner die Drähte sind, desto grösser ist sowohl der Widerstand als auch die Spannung. Um den Lichtbogen zu erzeugen, muss aber die Quantität des elektrischen Stromes und die Spannung eine grosse sein.

Obwohl nun die Vorzüge des elektrischen Lichtes in Bezug auf Helligkeit und geringe Wärmeentwickelung schon frühe anerkannt wurden, so konnte man doch besonders aus zwei Gründen an eine praktische Anwendung desselben im Grossen nicht denken:

1. weil die Erzeugung des elektrischen Lichtes durch Batterien eine viel zu kostspielige war und

2. weil man kein Mittel kannte, den elektrischen Strom zu theilen, oder in einem Stromkreise mehrere kleinere Lichter zu erzeugen,

Was die Herstellung des elektrischen Stromes durch Batterien anbelangt, so war das Material, welches dazu verwandt wurde, viel kostspieliger als das Brennmaterial (Zink z. B. 15mal theuerer als Kohle). Die durch chemische Wirkung erzeugte Elektricität konnte also wegen ihres übermässig hohen Preises in der Industrie nie eine ausgedehnte Anwendung finden.

Ein wesentlicher Fortschritt zur Beseitigung des ersten Hindernisses wurde durch den englischen Physiker Faraday im Jahre 1831 durch die Entdekung der Induktion, oder der Erzeugung elektri-

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

scher Ströme durch elektrische Ströme oder durch Magnete erzielt. Er fand, dass durch die Einwirkung eines um seine Achse rotirenden Magnetes in einem in sich geschlossenen Leiter elektrische Ströme entstehen, die an einem Galvanometer sichtbar gemacht werden können. Auf Grund der Entdeckung der Magneto-Induktion schritten fast gleichzeitig Pixii in Paris 1832 und Ritchie zur Construktion magneto-elektrischer Rotationsmaschinen. Ein permamenter Hufeisenmagnet, dessen Pole nach aufwärts gekehrt waren, konnte um eine vertikale Achse in rasche Rotation versetzt werden. Ueber den Polen desselben war je eine Drahtspule befestigt, in welcher durch die Annäherung und Entfernung der Magnetpole Ströme inducirt wurden, welche regelmässig in der Richtung wechselten. Der Strom, welcher durch die Annäherung des Poles in der Spule entstand, hatte die entgegengesetzte Richtung als jener Strom, welcher durch die Entfernung desselben Poles in der Spule hervorgerufen wurde. Dadurch erzeugte die Maschine Ströme von immer wechselnder Richtung, die um so rascher wechselten, je schneller der Magnet gedreht wurde. Da es nun nicht immer erwünscht war, Ströme von immer wechselnder Richtung zu erhalten, so brachte schon Pixii an seiner Maschine einen Stromwender oder Commutator an, welcher bewirkte, dass alle inducirten Ströme nach einer Richtung gingen und sich zu einem einzigen continuirlichen Strom vereinigten. Diese magnet-elektrischen Maschinen wurden dann noch von Saxton, Clarke, Eittingshausen und vorzüglich durch Stöhrer wesentlich verbessert. Letzterer liess statt der schweren Magnete die leichteren Drahtspulen rotiren. Bei den grösseren Maschinen waren mehrere hufeisenförmige Magnete, deren jeder aus mehreren Lamellen bestand, angebracht, weil kleine Magnete verhältnissmässig ein grösseres Induktionsvermögen besitzen, als ein grosser von demselben Gewichte. Nach diesem Stöhrer'schen Systeme wurden grosse Maschinen gebaut, von welchen die Alliance-Maschinen die bekanntesten sind und zunächst in der Praxis im Grossen angewendet wurden.

Einen weiteren Fortschritt in der Anwendung magnet-elektrischer Maschinen bezeichnete die Einführung des Cylinder Induktors von Siemens im Jahre 1857. Derselbe besteht aus einem seiner Länge nach so ausgeschnittenen Cylinder von weichem Eisen, dass der Querschnitt nachstehende Form bildet. In die Höhlung wird übersponnener Kupferdraht so lange gewickelt,

1

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

bis der Cylinder ausgefüllt ist. Das eine Ende des Drahtes kommt mit der Cylinderachse in Verbindung, während das andere Ende an einem die Achse umgebenden und von ihr isolirten Metallringe angebracht ist. Der hufeisenförmige Stahlmagnet, welcher eine horizontale Lage hat, ist innen an den Polen kreisförmig ausgeschnitten und in diesen Ausschnitten rotirt der Cylinderinduktor. Mit solchen Maschinen konnte Siemens viel stärkere Ströme erzeugen, da der Kupferdraht des Induktors dem Einfluss des Stahlmagnetes viel mehr ausgesetzt war. Trotzdem gelang es Siemens nicht, zu Beleuchtungszwecken eine Anwendung davon im Grossen zu machen. Dies geschah erst durch Wilde in Manchester, der im Jahre 1866 durch die starken Induktionsströme der Siemens'schen Maschine ausserordentlich kräftige Elektromagnete erzeugte, welche dann wieder auf einen grossen Cylinder-Induktor einzuwirken hatten. Letzterer wurde durch eine Dampfmaschine von 15 Pferdekräften in Bewegung gesetzt und Wilde erhielt Ströme von bisher nie gesehener Stärke. Indessen konnten sich auch diese Maschinen wegen ihrer grossen Kostspieligkeit in der Praxis nicht behaupten.

Den bedeutendsten Schritt zum Ziele machte im Januar des Jahres 1867 Siemens durch die Entdeckung des dynamischen Principes, welches die lange gesuchte Lösung der Frage bezüglich des Kostenpunktes endlich zu Gunsten des elektrischen Lichtes geben sollte. Unter dem dynamischen Princip versteht man die Erzeugung starker elektrischer Ströme durch Rotation eines Eisenkernes, in welchem ein schwacher Grad von Magnetismus vorhanden ist, also durch Arbeitsleistung.

Jeder Eisenkern nämlich, um welchen einmal ein elektrischer Strom geflossen ist, besitzt soviel permanenten Magnetismus, dass er in der ihn umschliessenden Spule, sobald er gedreht wird, einen elektrischen Strom hervorruft. Rotirt dieser Eisenkern zwischen den Polen eines Elektromagnetes, so wirken die in der Spule des Eisenkernes inducirten Ströme, wenn Spule und Elektromagnet in leitender Verbindung sind, auf die Drahtwindungen des letzteren. Dadurch werden die Ströme des Elektromagnetes, vorausgesetzt dass sie durch einen Commutator mit den inducirenden Strömen des Induktors gleiche Richtung haben, verstärkt und gleichzeitig mit ihnen erhält auch der Elektromagnet selbst neue Verstärkung. Der nun kräftigere Elektromagnet wirkt seinerseits wieder verstärkend auf die Windungen des Eisenkernes, (Induktors)

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

zurück. Dieser beeinflusst neuerdings mit vermehrter Kraft den Elektromagnet und so findet diese Wechselwirkung so lange statt, bis das Maximum des Fassungsvermögens des Eisenkernes erreicht ist. Es bedarf daher, wie Siemens sich ausdrückt, „nur eines einmaligen kurzen Stromes einer Kette durch die Windungen des festen Elektromagnetes, um den Apparat für alle Zeiten leistungsfähig zu machen.“*) Bei hinreichend schneller Drehung werden in geschlossenen Leitungsdrähten von geringem Widerstande so starke Ströme erzeugt, dass die Umspinnung der Umwindungsdrähte an den Elektromagneten verkohlt. Nachdem Dr. Werner Siemens schon im Dezember 1866 vor mehreren Berliner Physikern mit einer von ihm construirten Maschine ohne Anwendung von Stahlmagneten experimentirt hatte, machte er hievon Mittheilung der Berliner Akademie der Wissenschaften. Sein Vortrag kam hier Mitte Januar 1867 zur Verhandlung. Gleichzeitig liess er durch seinen Bruder Wilhelm Siemens in Londen eine dynamoelektrische Maschine anfertigen und dieser kündigte der Royal Society daselbst einen Vortrag auf den 14. Februar an. Nach erfolgter Ankündigung, meldete auch der englische Pysiker Wheatstone über denselben Gegenstand auf denselben Tag einen Vortrag an. Die von dem letzteren ausgeführten Entwicklungen stimmten fast ganz mit den Auseinandersetzungen des dicht vor ihm referirenden Wilhelm Siemens überein. Indessen war keine Frage, dass Dr. Werner Siemens in Berlin 6 Wochen früher zu denselben Resultaten gelangt war und demnach auch ihm die Priorität der Erfindung zugeschrieben werden musste.

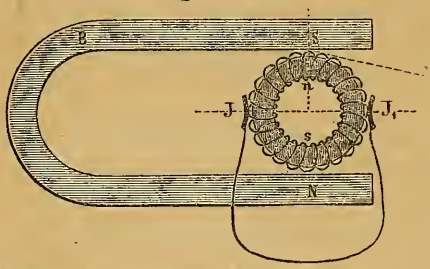
Durch die dynamoelektrische Maschine war nun die Möglichkeit geboten, elektrische Ströme von unbegrenzter Kraft auf eine billige und bequeme Weise herzustellen, wo eine Arbeitskraft sich vorfand. Dazu kam, dass die magnet-elektrischen Maschinen an gewissen Uebelständen litten, die nicht ganz umgangen werden konnten und die Einführung derselben in die Praxis erschwerten. Zu diesen Uebelständen musste man das Vorhandensein der Stahlmagnete rechnen, indem dieselben nicht in beliebiger Grösse verfertigt werden konnten und ausserdem ihre Kraft mit der Zeit abnahm. Von solchen Mängeln waren nun die dynamoelektrischen Maschinen frei. Allein auch bei ihnen konnte man noch Manches aussetzen. So zeigte sich die schon oben erwähnte Erhitzung der Drahtwindungen des Cylinder-Induktors, welche bei

*) Siehe Monatsberichte der Berliner Akad. d. Wissenschaften, Januar 1867.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

rascher Rotation so heftig auftrat, dass der Induktor mit Wasser abgekühlt werden musste, um das Verkohlen der Umspinnung zu verhüten, sehr lästig und unbequem. Ja es gieng durch die theilweise Verwandlung des elektrischen Stromes in Wärme ein Theil der Arbeitsleistung für den Betrieb verloren. Siemens fand, dass diese Erhitzung des Induktors in dem raschen Wechsel der Polarität des weichen Eisens seinen Grund habe und dann am stärksten auftrete, wenn die Magnetisirung sich dem Maximum der magnetischen Capacität des Eisens nähere.*)

Dem genannten Uebelstande wurde nun gründlich abgeholfen durch den vom Italiener Dr. Antonio Pacinotti 1863 erfundenen Ring-Induktor, der dann später 1871 von Theophile Gramme in Paris zum Bau seiner grossen dynamoelektrischen Maschinen verwendet wurde. Das Prinzip des Pacinotti'schen Ringes ist aus nebenstehender Figur ersichtlich.



Zwischen den ausgehöhlten Polen eines permanenten Magnetes (N, S) rotirt ein Ring aus weichem Eisen, welcher seinem ganzen Umfange nach mit einer Drahtspirale umwunden ist. Durch magnetische Vertheilung bilden sich in diesem Ringe zwei Magnetpole, welche den entgegengesetzten Polen des festen Magnetes gegenüberstehen. Wird der Ring gedreht so behalten in demselben die Pole ihre Lage bei, so dass bei einer ganzen Umdrehung jeder Theil desselben einmal zum Nordpol und einmal zum Südpol wird. In den Umwindungen des Drahtes, welche diese beiden feststehenden magnetischen Felder passiren, treten nun zwei in entgegengesetzter Richtung gehende Ströme auf, welche in den magnetischen Feldern die grösste, dagegen in gleichem Abstande von demselben, in den sogenannten Indifferenzpunkten (J, J') die geringste Intensität besitzen. Geht der Strom in der obern Hälfte des Ringes in der Richtung von dem Stande gegen den Mittelpunkt, so bewegt er sich in der unteren Hälfte von dem Mittelpunkt gegen den Rand.**) Beide Ströme heben sich, weil sie in entgegengesetzter Richtung wirken, auf und haben keine

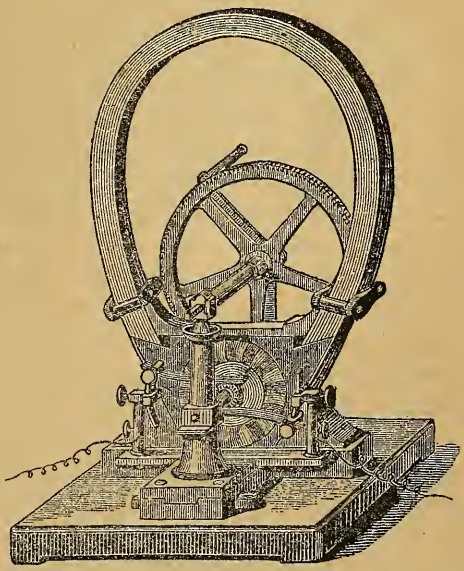
*) Vgl. Siemens: die dynamoelektrische Maschine, Monatsberichte der Berliner Akad. d. Wissenschaften, November 1881.

**) Siehe Ausführliches hierüber: Schellen, pag. 42. u. d. f.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

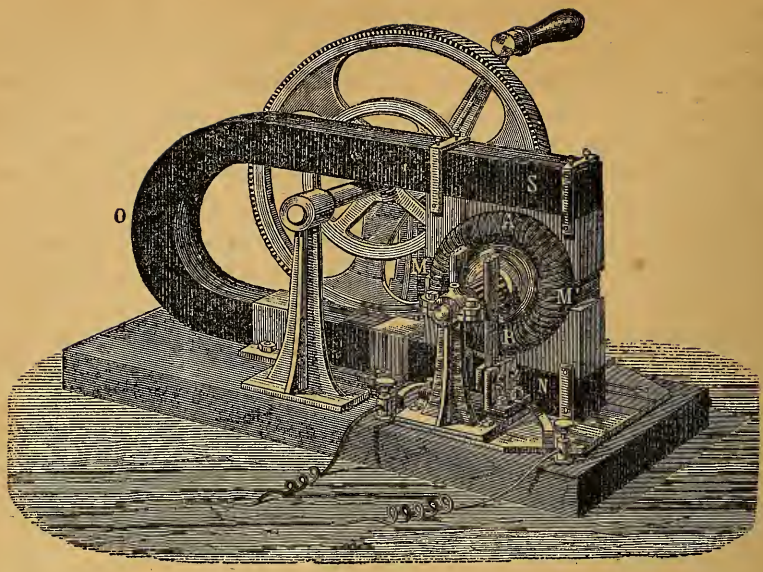
Wirkung. Bringt man aber an den Indifferenzpunkten J, J' wo die entgegengesetzten Ströme auf einander treffen, Schleiffedern an und verbindet man dieselben mit einem Leitungsdraht, so vereinigen sich die beiden entgegengesetzten Ströme, die nun eine Ableitung finden, zu einen einzigen continuirlichen Strome, dessen Stärke eine Funktion der Umdrehungsgeschwindigkeit des Ringes ist. Der Vortheil, der bei dieser Einrichtung erzielt wird, liegt darin, dass der Polwechsel nur allmählig und nicht plötzlich, wie früher erfolgt, wodurch auch weniger Wärme erzeugt wird. Pacinotti, der seine Erfindung im Journal für Physik und Chemie „Il Nuovo Cimento" ausführlich beschrieb, benützte sie nur zur Construktion kleiner magnet-elektrischer Stromerzeuger. Gramme in Paris kommt das Verdienst zu, die Anordnung des Pacinotti aufgenommen und beim Bau grosser elektrodynamischer Maschinen verwendet zu haben. *)

In nachfolgenden Figuren sind zwei solcher Gramme'schen Maschinen einfachster Construktion abgebildet. Zwischen den Polen eines hufeisenförmig gebogenen Elektromagnetes NOS (siehe die zweite Figur) rotirt der Pacinottische Ring AMBM'. Derselbe besteht nicht aus einer einzigen kreisförmig gebogenen Stange, sondern aus einem ganzen Büschel gut ausgeglühter Eisendrähte, weil die letztern die Eigenschaft besitzen, den Magnetismus rasch anzunehmen und auch möglichst rasch zu verlieren. Ebenso bestehen die Drahtwindungen nicht aus einem einzigen den Ring umwickelnden Drahte, sondern aus einer Anzahl von Spulen, deren Enden mit einander verlöthet sind, so dass auch diese Spulen so wirken, als wenn ein einziger Draht den ganzen Ring umwände. Die Anzahl der Umwindungen richtet sich nach dem Zweck der Maschine.



*) Gramme ist indessen unabhängig von Pacinotti auf die Idee gekommen, einen mit Draht umwundenen hohlen Ring bei derMaschine zu benützen.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at



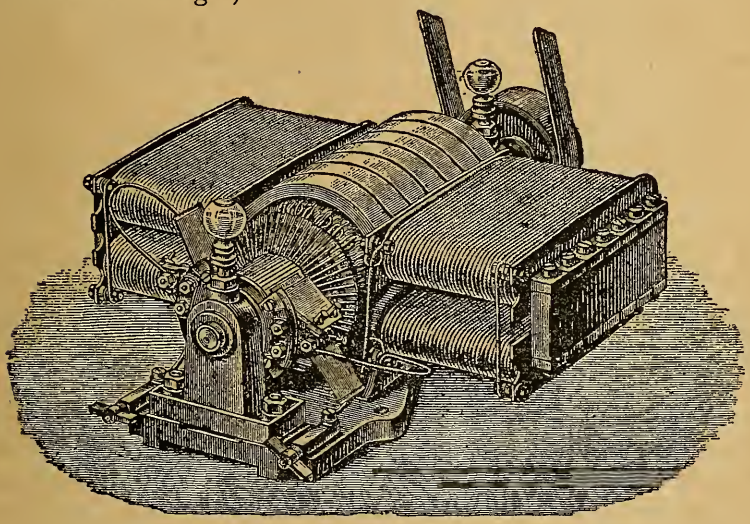
Ströme von starker Spannung erfordern Spulen von dünnem Drahte und vielen Windungen, während bei Strömen von geringer Spannung dickere Drähte mit einer geringeren Anzahl von Windungen benöthigt werden. Bei grossen Lichtmaschinen wird der hufeisenförmige Magnet durch gerade Elektromagnete ersetzt.

Die Gramme'schen Maschinen haben neben vielen Vorzügen, wozu zu zählen sind: die leichte Bedienung der Maschine, die auch weniger geübten Leuten anvertraut werden kann, die geringe Erwärmung der Drähte und die schwache Funkenbildung an den Bürsten — doch auch wieder den Fehler, dass nur die äusseren Theile des umwundenen Drahtes der inducirenden Wirkung der magnetischen Felder ausgesetzt sind, während die innern Theile fast gar nicht beeinflusst werden und den Widerstand des Stromes nur unnöthig erhöhen. Diesem Uebelstande half von Hefner-Alteneck, welcher im Siemens-Halske'schen Construktions-Bureau als Chefingenieur rühmlichst thätig ist, dadurch ab, dass er in der nach ihm benannten dynamo-elektrischen Maschine an dem rotirenden Ring oder auch an einem massigen Eisencylinder nur an der Aussenseite Windungen anbrachte, welche gruppenweise um den Ring angebracht waren und durch Contaktstücke und Schleiffedern oder Drathbürsten mit einander in Verbindung gebracht wurden. Die Gramme'sche und die von Hefner-Alteneck'sche Maschine bilden ge-

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

genwärtig die typischen Grundformen für alle jene elektro-dynamischen Maschinen, welche zu technischen Zwecken, sei es zu galvanoplastischen Arbeiten in Hüttenwerken oder zur Uebertragung von mechanischer Kraft, oder, was uns hier am meisten interessirt, zur Erzeugung des elektrischen Lichtes verwendet werden.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Grundtypen besteht darin, dass bei der Gramme'schen Maschine der wichtigste Bestandtheil der eiserne Ring mit seinen Drahtspulen ist, während im System von Hefner-Alteneck der eiserne Ring durch eine mit Draht umwickelte Trommel, ersetzt wird. (Siehe unten stehende Figur).



Im Inneren dieser Trommel, die aus halbkreisförmig gebogenen Magneten besteht, befindet sich ein um eine Achse drehbarer eiserner Cylinder oder Eisenkern. Durch die Einwirkung der bogenförmigen Magnete wird der Eisenkern selbst zu einem Magnet. Zwischen den Polen jener Magnete und dem Eisenkern entstehen zwei entgegengesetzt polarisirte magnetische Felder, in welchen die Drathwindungen rotiren. Diese mit Seide umsponnenen Drähte sind der Länge nach entweder auf dem Trommelmantel oder auf dem inneren Eisencylinder aufgezogen. Der damit in Verbindung stehende Collektor hat die Aufgabe, die in den einzelnen Drahtparthien bei dem Uebergang aus dem einen magnetischen Felde in das andere in ihrer Richtung wechselnden Ströme in einen einzigen gleichgerichteten und ununterbrochenen gleichstarken Strom zu verwandeln.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Bevor die Lampen mit Nebenschluss und die Differentiallampen, von welchen später die Rede sein wird, erfunden waren, glaubte man allgemein, dass die Wechselstrommaschinen zur Erzeugung des elektrischen Lichtes geeigneter wären, als die Maschinen mit gleichgerichtetem Strom. Bei der Wechselstrommaschine von Lontin z. B. konnte man mehrere von einander unabhängige Ströme von verschiedener Stärke und damit eben so viele elektrische Lichter erzeugen. Indessen ist man jetzt mehr und mehr der Ansicht, dass die Maschinen für gleichgerichtete Ströme bezüglich des Widerstandes, der Geschwindigkeit ect. mehr Nutzeffekt im Flammenbogen geben als die ersteren. Ausserdem wird das Licht der Wechselstromaschinen, weil beide Kohlen spitz abbrennen, nach allen Richtungen hin zerstreut, während man doch in der Praxis fast ausnahmslos die Bodenfläche beleuchtet haben will.

Die Drähte in den Maschinen setzen bekanntlich dem Strom einen Widerstand entgegen, zu dessen Ueberwindung ein Theil des Stromes verloren geht und sich in Wärme umsetzt. Je grösser der Widerstand ist, desto mehr Kraft wird der elektrische Strom auf Kosten des elektrischen Lichtes verlieren. Man könnte also sagen, dass diejenigen Maschinen am leistungsfähigsten wären, welche den geringsten Widerstand haben. Dies ist jedoch nur bis zu einem gewissen Grade richtig. Denn ohne jeglichen Widerstand wäre die Erzeugung des elektrischen Lichtes überhaupt unmöglich. Man kann also nur im Allgemeinen sagen, dass in Maschinen von grossem Widerstande die Arbeitsausnützung eine geringere ist, als in Maschinen von geringerem Widerstande. Dem Widerstande proportional ist auch die Spannung. Maschinen von grosser Spannung erhalten mit Leichtigkeit mehrere Lichter, während solche von geringer Spannung oft nur ein Licht erzeugen können. Trotzdem sind die ersteren weniger zu empfehlen als die letzteren, denn bei Strömen von hoher Spannung brennen die Lichter unruhig, zucken häufig, erscheinen gefärbt und ihre Bedienung ist nicht ungefährlich, während bei Strömen geringerer Spannung die Lichter ruhig brennen, rein weiss leuchten, Nebel und trübes Wetter leicht durchdringen und auch bei der Bedienung gefahrlos sind.

In gleicher Weisse wie in der Vervollkommnung der Lichtmaschinen schritt man auch in der Verbesserung der elektrischen Lampen vowärts. Man kann dieselben in Regulator- und in Glühlicht- oder Incandescenz-Lampen eintheilen. Bei den

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

ersteren liegen die Kohlenstäbe in einer vertikalen Linie und sind während des Brennens stets in Bewegung, bei den letzteren entsteht das Licht durch das Glühen eines schlechten Leiters im geschlossenen Stromkreise oder es erzeugt sich das Licht an der Berührungsstelle zweier Leiter mit unvollständigem Contakt. Eine besondere Gattung nehmen endlich die elektrischen Kerzen ein, bei welchen die Kohlenstäbe neben einander stehen und sich nicht bewegen lassen.

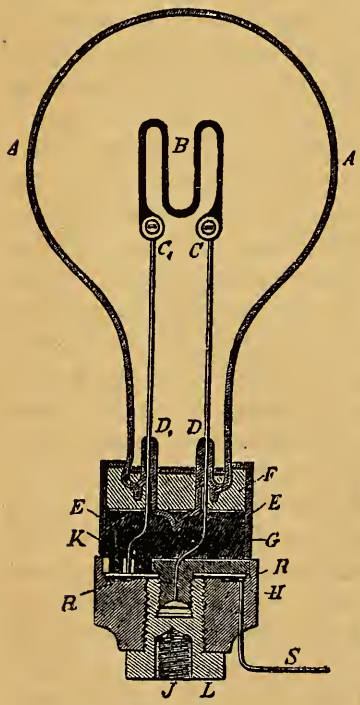
Die Haupterfordernisse, die man an jede Regulatorlampe stellen muss, sind: 1) dass die Kohlenspitzen bei dem ersten Durchgang des Stromes sich berühren, 2) dass sie, nachdem sie glühend geworden sind, wieder so weit sich entfernen, um dem Flammenbogen Spielraum zur Entwickelung zu gestatten und 3) dass sie immer in gleicher Entfernung von einander erhalten werden. Alle diese Stellungen müssen durch besondere Mechanismen hervorgerufen werden, welche durch den elektrischen Strom ohne Zuhülfenahme der menschlichen Hand in Thätigkeit versetzt werden. Ist an der Lampe ein Hohlspiegel angebracht, so erwächst noch das vierte Erforderniss, die Kohlenspitzen immer in dem Brennpunkte des Hohlspiegels zu erhalten.

Solche Regulatorlampen sind in grosser Zahl construirt worden, von welchen einige als wahre Meisterwerke der Mechanik gelten können. Da indessen dieser Aufsatz nicht den Zweck hat, eine eingehende Beschreibung dieser verschiedenen Lampen zu geben, so wollen wir uns damit begnügen, einige der wichtigsten und am meisten verbreiteten hier dem Namen nach nur anzuführen. Dahin gehört die elektrische Lampe von Foucault und Duboscq, dann die Lampe von Serrin. Letztere erfordert sehr gute Kohlen und ihre Construktion eine vertikale Stellung der Kohlenhalter. In neuerer Zeit ist in England die Serrin'sche Lampe durch die von Crompton verdrängt worden, welche eigentlich eine vereinfachte Serrin'sche Lampe ist. Gerühmt wird an ihr der äusserst regelmässige Nachschub der Kohlen, wodurch das Licht selbst viel regelmässiger ausfällt als bei der Serrin'schen, ja sogar vollkommener sein soll als bei der Siemens-Halske'schen Lampe. Ebenso gelobt wird die Lampe von Bürgin in Basel, dann jene von Piette und Krizik, welche durch grosse Einfachheit in der Construktion und den Mangel jedes Räderwerkes sich auszeichnet und dennoch ein sehr mildes ruhiges Licht gibt, endlich jene von Jaspar, Maschinenbauer in Lüttich, welche „bei ungewöhnlicher Empfindlichkeit im

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Reguliren und Sicherheit im Betriebe durch eine sehr einfache Construktion sich auszeichnen soll". *)

Die Glühlicht- oder Incandescenzlampen mit unvollkommener Leitungsfähigkeit beruhen, wie schon oben erwähnt, auf dem Glühen eines schlechten Leiters. Je grösser der Widerstand ist, welchen ein in einem Stromkreis eingeschalteter schlechter Leiter dem Strom entgegensetzt, desto mehr wird derselbe erwärmt. Durch hinlänglich grossen Widerstand kann er zum Glühen und Schmelzen gebracht werden. Die Erwärmung wird abhängen von der Stromstärke, dem Querschnitt des Drahtes und der Grösse des Widerstandes in dem unvollkommenen Leiter. Sie wird zunehmen mit dem Quadrat der Stromstärke, der Dünnheit des Drahtes und der Grösse des Widerstandes. Die Construktion solcher Lampen ist nicht neu und schon in den Vierziger Jahren finden sich einige Versuche, dieses Prinzip zur Geltung zu bringen. Allein es blieb eben nur bei den Versuchen, weshalb wir nur einige neuere Lampen hier anführen wollen, die sich durch Genauigkeit der Construction, besondere Leistungsfähigkeit und Bequemlichkeit in der Handhabung auszeichnen. In allen derartigen Lampen besteht der unvollkommene Leiter aus einem Kohlenbogen, welcher sich in einem Vacuum befindet und je nach der Lampe aus verschiedenem Material verfertigt wird. In der Maxim'schen Lampe (s. nebenstehende Figur) wird dieser Kohlenbogen B aus Bristolpapier erzeugt, indem man daraus ein M-förmiges Stück etwas grösser, als der Bogen sein soll, ausschneidet und denselben schwach verkohlt. Darauf befestigt man ihn an zwei Platindrähten C D und C, D, in einer Glasbirne, aus welcher durch eine Quecksilberpumpe die Luft sorgfältig entfernt



*) Siehe Schellen pag. 365, 366 und 376.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

wurde. Bei der Swan'schen Lampe wird der Kohlenbogen aus Baumwollfasern bereitet, die zunächst durch Eintauchen in Schwefelsäure päparirt und dann in einem hermetisch verschlossenen Schmelztiegel in der Form, in welcher man den Bogen haben will, erhitzt werden. Der die Form einer Schlinge einehmende Bogen wird dann in die Glasbirne gebracht und letztere evacuirt. Die Lampe giebt schönes weisses Licht in der Stärke von 12 bis 25 Normalkerzen. Edison verwendet bei seiner Glühlampe Fasern aus Bambusrohr zum Kohlenbogen und dieser hat nachfolgende Form ∩. Edison construirt Lampen, in welchen sich ein Regulator befindet, um die Lichtstärke nach Belieben herstellen zu können. Ueberhaupt ist seine Lampe bis in die kleinsten Details vollkommen ausgearbeitet und kann, wie versichert wird, jede Concurrenz mit der Gasbeleuchtung aushalten.

Die genannten Glühlampen, sowie manche andere hier nicht erwähnten, eignen sich vortrefflich in solchen Räumen, wo entweder nicht eine allzu grosse Lichtstärke erfordert wird, wie z. B. in Privatwohnungen, oder dort, wo die Feuersgefahr zu berücksichtigen ist, wie in Theatern, Ballsälen und dgl. Sie leuchten mit reinem weissem Lichte oder nähern sich der Farbe des Gaslichtes. Dabei bemerkt man kein Zittern oder Zucken, sondern ein stets mildes ruhiges Licht. Sie sind vollkommen feuersicher, weil der glühende Kohlenbogen in der Glasbirne hermetisch eingeschlossen ist und der allgemeine Vorzug aller elektrischen Lampen, dass sie wenig Hitze und gar keine irrespirablen Gasse erzeugen, kommt namentlich ihnen zu. So wurden bei dem letzten Hofball in der Wiener Hofburg (Februar 1883), wo vorzüglich wegen der Feuersgefahr immer nur Wachskerzen im Gebrauch standen, ausschliesslich Glühlampen verwendet und der erzielte Effekt konnte nach jeder Richtung hin als ein gelungener bezeichnet werden.

Bei den Glühlampen mit vollkommenem Contakt entsteht das Licht an der Berührungstelle zweier Kohlenstücke und zwar in freier Luft ohne Benützung des Vacuums. Werdermann fand nämlich, dass, wenn der Querschnitt der positiven Kohle sehr klein angenommen wird, an der Berührungsstelle ein schönes Licht entsteht, indem die positive Kohle in Weissgluth geräth, während die negative sich fast gar nicht erhitzt. Nimmt man die Querschnitte der positiven und negativen Kohle im Verhältniss 1 : 64 an, so kommt die negative Kohle gar nicht in Gluth und nimmt nicht ab, während die positive Kohle weissglühend wird und abnimmt.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

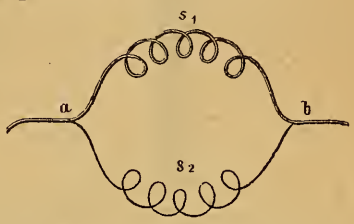
Nach dem genannten Principe sind mehrere Lampen von verschiedenen Mechanikern construirt worden, haben aber keine grosse Verbreitung gefunden. Auf der elektrischen Ausstellung in Paris war ein Saal mit Werdermann'schen Lampen beleuchtet.

Eine ganz besondere Stellung nehmen endlich die elektrischen Kerzen ein, welche einst, als die Regulator- und Glühlichtlampen noch nicht den gegenwärtigen Grad der Vollkommenheit erreicht hatten, grosse Verbreitung fanden. Jetzt kommen sie immer mehr ausser Gebrauch, weil sie trotz ihrer Einfachheit von mannigfachen Mängeln nicht frei sind. Zu diesen Mängeln gehört ihr unruhiges, flackerndes, die Farbe veränderndes Licht und ihre Unfähigkeit, sich selbst anzuzünden, wenn sie durch irgend welche Ursache erlöschen. Ueberdies sind die elektrischen Kerzen mit allen Mängeln behaftet, die denjenigen Lichtern zukommen, welche mit Wechselstrommaschinen gespeist werden. Gleichwohl haben die elektrischen Kerzen, namentlich die von Jablochkoff ein historisches Interesse, weil durch sie der erste gelungene Versuch zur Theilung des Lichtes gemacht wurde; weshalb wir sie hier auch kurz beschreiben wollen. Paul Jablochkoff, Ingenieur in Russland, erfand im Jahre 1876 die nach ihm benannte Kerze und liess sie am 30. Oktober der Pariser Akademie vorzeigen. Dieselbe bestand aus zwei parallelen aufrecht stehenden Kohlenstäben, welche nur durch einen kleinen mit einer leitenden schwer schmelzbaren Substanz (am besten Gyps) ausgefüllten Zwischenraum getrennt waren. Die beiden Kohlenspitzen verband, um die Leitung herzustellen, ein kleines Graphitblättchen. Brachte man nun die beiden Kohlenstäbe mit den Polen einer Wechselstrommaschine in leitende Verbindung, so gieng der Strom durch die eine Kohle und das Graphitblättchen in die andere Kohle über, und indem das Graphitblättchen glühendweiss wurde und in Dampf aufging, bildete sich zwischen den Kohlenspitzen der Lichtbogen. Gleichzeitig mit den Kohlen schmolz auch die leitende Masse, deren Dampf eine Brücke zwischen den beiden Elektroden bildete. Die Intensität des Lichtes wurde durch die schmelzende Substanz wesentlich vermehrt und man konnte die letztere als das Wachs, die Kohlenstäbe dagegen als den Docht einer Kerze betrachten. Weil nun die Einschaltung von mehreren solcher Kerzen in einen Stromkreis möglich war, ohne die Leuchtkraft irgend einer Kerze zu benachtheiligen, so konnte dies als der erste gelungene Versuch, eine Theilung des Lichtes hervorzurufen, betrachtet werden.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Indessen wirkten die oben angeführten Nachtheile, von welchen auch die später von Jamin construirte Kerze nicht frei war, hindernd auf ihre grössere Verbreitung ein und aus diesem Grunde liess man es nicht an wiederholten Versuchen fehlen, die Regulator- und Glühlichtlampen auf einen solchen Grad der Vollkommenheit zu bringen, dass eine Theilung des Lichtes möglich wurde.

Diese Theilung gelang erst nach vielen theilweise vergeblichen Bemühungen. Wir wollen gleich diejenigen Principien entwickeln, welche gegenwärtig bei der Theilung angewandt werden. Zur Versinnlichung des Vorganges diene nebenstehende Zeichnung. Der Hauptstrom tritt bei a in die beiden Zweigleitungen a s_1 b und a s_2 b. Sind die Widerstände in diesen beiden Nebendrähten (also Längs- und Querschnitt) gleich, so theilt sich der Strom derart, dass durch jeden Nebendraht die Hälfte des Stromes geht und wenn sich die beiden Stromzweige in b vereinigen, wird die Stromstärke dieselbe sein, wie in a. Schaltet man nun in den Nebendraht a s, b, welcher dem Strome nur einen geringen Widerstand entgegensetzen soll, eine Lampe ein, während in der andern Zweigleitung der Strom einen grossen Widerstand zu überwinden hat, so wird der grösste Theil des Stromes durch die Lampe gehen und dieselbe anzünden. Mit dem Lichtbogen und der immer grösser werdenden Entfernung der Kohlenspitzen wächst der Widerstand in dieser Leitung immer mehr. Proportional diesem Widerstand wird eine immer grössere Menge des Stromes durch die andere Zweigleitung a s_2 b gehen. In allen Fällen, selbst dann, wenn die Lampe wegen des zu grossen Widerstandes verlöschen sollte, ist die Stromstärke in b, abgesehen von der theilweisen Umwandlung des Stromes in Wärme, immer dieselbe wie in a. Nimmt man nun mehrere solcher Zweigleitungen und schaltet man in jede eine Lampe ein, so wird das Licht derselben vollständig unabhängig von den übrigen in dem Stromkreis befindlichen Lampen sein und es ist klar, dass in solcher Weise mehrere Lampen durch einen und denselben Strom in Thätigkeit versetzt werden können.



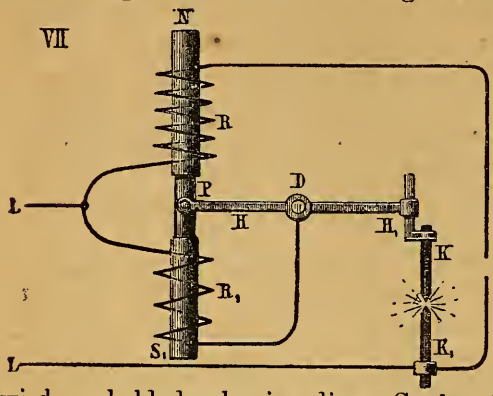
Auf dieses Princip gründen sich die sogenannten Nebenschlusslampen von Lontin, Mersanne und Fontaine, welche im Jahre 1879 construirt wurden.

Das Problem der Theilung des Lichtes fand in neuerer Zeit

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

eine weitere Fortentwicklung und wesentliche Vervollkommnung in der durch v. Hefner-Alteneck erfundenen Differentiallampe, welche auf dem Principe der Differentialeinwirkung von zwei Zweigströmen beruht. In der nebenstehenden Figur ist der Stromlauf und die Stromverzweigung schematisch dargestellt, R und R' sind Spulen, von welchen R einen dünnen Draht mit vielen Windungen R, einen dicken Draht mit wenigen Windungen besitzt. In beiden Spulen befindet sich ein weicher Eisenkern N S, welcher zum Magnete wird, sobald durch eine dieser Spulen der Strom hindurch geht. Er lässt sich leicht in den Spulen auf- und abwärts bewegen und in der Mitte steht er mit dem Hebel H H, in Verbindung, welcher bei P drehbar ist. An dem andern Hebelende befindet sich der Kohlenstab K in leitender Verbindung, welche jedoch auch wieder aufgehoben werden kann. Ihm gegenüber ist der Kohlenstab K' angebracht. Der aus L kommende Strom wird nun, weil er in R einen zu grossen Widerstand findet, durch R' nach D H' K und von da über K' nach L' gehen. Indem aber der Strom die Windungen von R' durchfliesst, wird der Eisenkern magnetisch und in die Spule R' hineingezogen; in Folge dessen hebt sich das Hebelende bei H' in die Höhe und an den Kohlenspitzen entsteht der Lichtbogen. Lezterer setzt dem durchgehenden Strome einen Widerstand entgegen, der um so grösser wird, je mehr die Kohlenspitzen abbrennen. Allmählig fliesst ein immer geringerer Theil des Stromes durch die Spule R' und ein immer grösserer durch R. Der Eisenkern wird also langsam in die Spule R hineingezogen, das Hebelende H' geht nach abwärts und auf diese Weise werden die Kohlenspitzen durch die Differentialwirkung beider Zweigströme in derselben Entfernung gehalten und der Lichtbogen kann sich immer in derselben Grösse ungestört entwikeln. Eine Veränderung der Stromstärke ausserhalb der Lampe, sei es eine Vergrösserung oder Verkleinerung, bringt in ihr selbst keinerlei Störung hervor, weil die Stromstärken in beiden Kreisen um gleich viel zu- oder abnehmen und das Gleichgewicht immer wiederherstellen.

VII



©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Aus dem Gesagten geht hervor, dass bei dieser Anordnung der Zweigströme die Einschaltung mehrerer Lampen in einen Stromkreis möglich ist. Bringt man eine Anzahl solcher Differentiallampen in einen Stromkreis, so ist jede derselben von den andern vollständig unabhängig. Alle Veränderungen in der Stromstärke, die durch den wechselnden Widerstand in dem Lichtbogen der einen Lampe hervorgerufen werden, bleiben für die andern Lampen ganz wirkungslos, so dass keine Veränderung in der Lichtstärke sichtbar ist. Erlischt eine Lampe so wird sie durch einen besondern Contakt ohne Unterbrechung der Leitung selbstthätig aus dem Stromkreis ausgeschlossen.

Die Differentiallampe eignet sich zu allgemeinen Beleuchtungszwecken vorzüglich, und wenn auch Siemens und Halske zu denselben gewöhnlich die Wechselstrommaschine verwenden und damit auf die Vortheile, die eine Maschine mit gleichgerichtetem Strom bietet, verzichten, so hatten sie doch zu Anfang des Jahres 1881 schon 1500 solcher Lampen verkauft.*) Nach den in München angestellten photometrischen Versuchen kommt die Lichtstärke einer ungedeckten Differentiallampe 36 Gasflammen gleich. Durch Alabasterkugeln von verschiedener Dicke konnte das allzu blendende Licht nach Belieben gemildert werden.

Eine weitere Entwicklung in der elektrischen Beleuchtung und gleichsam eine neue Art von Theilung des Lichtes ist durch die Lampe von R. J. Gülcher in Bielitz-Biala erzielt worden, und dieselbe wird in der Folge zweifellos vielfach Anwendung finden. Zum ersten Male wurde sie auf der internationalen elektrischen Ausstellung in Paris im Herbst 1881 bekannt. Diese Lampe**) gestattet ohn Nebenschluss und ohne Differenzialspulen dennoch die Theilung des Lichtes. Es könnnen mehrere solcher Lampen in einen Stromkreis eingeschaltet werden, jedoch nicht hinter, sondern neben einander (Parallelschaltung). Die Einrichtung der Lampen ist eine solche, dass die eine der Regulator der andern und zugleich auch der Regulator von sich selbst wird, indem sie sich gerade so zu einander verhalten, wie die Differentialspulen von verschiedenem Widerstande. Die Vorzüge dieser Lampen bestehen in Folgenden:

*) Siehe Schellen p. 427.

**) Eine ausführliche Beschreibung derselben würde uns zu weit führen und so verweisen wir wider auf die oben angeführten Werke von Schellen und Urbanitzky.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Sie bedürfen keiner besonderen Vorrichtung, wenn man sie in einen Stromkreis schalten will. Sie sind einfach construirt und darum auch billig. Ihr Licht ist ruhig und leuchtet in weiss-gelber Farbe. In einen Stromkreis können kleine und grosse Lampen gleichzeitig eingeschaltet oder es kann eine Lampe ohne Nachtheil der andern ausgelöscht werden. Die Lampen und selbst die Leitungen sind während des Betriebes vollständig gefahrlos. Das System Gülcher wurde auf der elektrischen Ausstellung in Paris mit der goldenen Medaille ausgezeichnet.

II.

In dem ersten Theil dieser Arbeit wurde der Versuch gemacht, einen Ueberblick über die geschichtliche Entwickelung der elektrischen Beleuchtung von ihren ersten Anfängen bis auf die Gegenwart und eine Erklärung der wichtigsten Principien, worauf dieselbe sich gründet, zu geben. Es hat sich gezeigt, dass mehr als ein halbes Jahrhundert angestrengten Forschens dazu nöthig war, alle die Schwierigkeiten hinwegzuräumen, welche eine Einführung dieser Beleuchtung in das praktische Leben hemmten, ja dass gerade bei einer neuen Entdeckung, die man als einen Fortschritt begrüssen müsste, auch immer wieder neue Schwierigkeiten zu überwinden waren. Aber Dank dem Geschick und der Ausdauer einer ganzen Reihe von hervorragenden Elektrikern der verschiedensten Nationen Europa's und Nordamerika's gelang es endlich, das elektrische Beleuchtungswesen zu einem solchen Grad der Vollkommenheit zu bringen, dass dasselbe, wie es sich namentlich auf der elektrischen Ausstellung in Paris (1881) gezeigt hat, mit jeder bisher gebräuchlichen Beleuchtungsgattung concurriren kann.

Es wird nun noch unsere Aufgabe sein, über Betrieb, Anlage und Kosten einer elektrischen Beleuchtung, so weit der hier uns knapp zugemessene Raum es gestattet, Einiges hervorzuheben.

Zum Betriebe einer elektrischen Beleuchtung gehören: der Motor, die Lichtmaschine, die Leitung (Kabel) und die Lampen. Welcher Motor zum Betriebe einer Lichtmaschine sich am besten eigne, kann natürlich nicht geradezu bestimmt werden. Denn es handelt sich nicht nur um einen Motor von möglichst regelmässigem Gang, sondern auch um Kostenersparniss. In Fabriken können die schon in Thätigkeit befindlichen Dampfmaschinen auch als Motoren für die Lichtmaschinen benützt werden. Bei

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

vorräthigem Wassergefälle wird man dieses als bewegende Kraft verwenden. Die elektrischen, insbesondere die dynamoelektrischen Maschinen bedürfen eines sehr regelmässigen Ganges, wenn keine Störung in der Beleuchtung stattfinden und das Licht in den Lampen ruhig brennen soll. Bei der geringsten Unregelmässigkeit tritt in der Stromstärke der Maschine eine Veränderung ein, die ihrerseits wieder auf die Lichter störend einwirkt. Daher bedarf man bei Dampfmaschinen, Gasmaschinen oder Wasserrädern, wenn sie als bewegende Kraft benützt werden, genau funktionirender Regulatoren. Bei Verwendung des Wassergefälles wird man in besondern Fällen doch auch eine Dampfmaschine nicht entbehren können. Im Winter z. B., wenn das Wasser gefriert oder zu andern Zeiten, wenn durch Ueberschwemmungen etc. die Wasserkraft nicht benützt werden kann, ist eine Dampfmaschine unumgänglich nothwendig. Indessen würden sich auch in einem solchen Falle die Kosten immer billiger herausstellen, als wenn Jahr aus Jahr ein ein Dampfmotor benützt werden müsste.

Von Wichtigkeit bei einer Anlage ist auch die Leitung. Da der Widerstand in einem Drahte proportional der Länge und umgekehrt proportional dem Querschnitt desselben ist, so werden die Leitungsdrähte je nach der Entfernung der Lampen von der Lichtmaschine von verschiedener Dicke genommen werden müssen — vorausgesetzt, dass man in jeder Lampe gleiche Helligkeit erzielen will. Um die Maschine in gleichmässiger Bewegung zu erhalten und die Umlaufsgeschwindigkeit des Induktors reguliren zu können, falls durch einen unvorhergesehenen Umstand, z. B. durch Erlöschen der Lampen, der Widerstand plötztlich auf Null heruntersinken sollte, bedient man sich der automatischen Umschalter, welche in demselben Augenblicke, wenn die Leitung unterbrochen wird, durch Einschaltung eines künstlichen Widerstandes die übermässige und gefährliche Erhöhung der Umlaufsgschwindigkeit des Indutors verhindern. Besondere Anerkennung fand auf der Pariser Ausstellung der Maxim'sche Regulator, der sich in jeder Hinsicht glänzend bewährte.

Wichtig sind bei dem Betriebe natürlich auch die Lichtmaschinen. Wählt man dazu eine dynamische Maschine, so wird man bei der Wahl des Systems auf die Solidität der Construktion, die Abnützung und Reparaturbedürftigkeit, vorzüglich aber auf den inneren Widerstand Rücksicht nehmen müssen. Dieser innere Widerstand muss grösser sein, wenn man den Strom zur Speisung von

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

mehreren Lichtern benützt, weil hierzu Ströme von grösserer Spannung erforderlich sind; er wird kleiner sein können, wenn es sich um die Erzeugung von Einzellichtern handelt. Wir haben über die vorzügliche Verwendbarkeit der Gramme'schen und Siemens-Halske'schen Maschinen uns schon ausgesprochen. Es sei hier nur noch erwähnt, dass in England von einer Fachcommission Gramme'sche und Siemen-Halske'sche Maschinen zum Zwecke der Installation eines Leuchtthurmes genau mit einander verglichen wurden und das Resultat dieser Untersuchung sowohl wegen der grösseren Billigkeit als auch wegen der vorzüglicheren Wirkung zu Gunsten der Siemens'schen Maschinen ausfiel. Ausserdem werden noch Systeme von Schuckert, Crompton, Bürgin u. a. häufig angewendet.

Wenn man hinsichtlich der Kosten der Anlagen und Instandhaltung unschlüssig ist, ob man elektrische oder Gasbeleuchtung einführen solle, dann muss man auch jene Vorzüge kennen lernen, die dem elektrischen Lichte allein zu Gute kommen.

Zu diesen Vorzügen gehört in erster Reihe seine ausgezeichnete Leuchtkraft, die von keiner andern Lichtquelle auch nur annähernd erreicht wird. Und weil der Flammenbogen auf einen sehr kleinen Raum sich erstreckt, so ist es möglich, durch Anwendung von Reflektoren das Licht in vollkommenster Weise dahin zu leiten, wo man es eben braucht. Ferner ist von dem elektrischen Flammenbogen das rein weisse Licht hervorzuheben. Petroleum-, Gaslicht und andere Lichtgattungen sind alle mehr oder weniger gefärbt, indem sie von den Farben, welche zusammen das weisse Licht ausmachen, nur diejenigen ungeschwächt hindurchgehen lassen, welche in der die Flamme umgebenden glühenden Gashülle nicht vertreten sind, während diejenigen Farben der Flamme, welche auch in der Gashülle vorkommen, von letzterer absorbirt werden. Aus diesem Grunde wird man unter ihrer Beleuchtung manche Farben, z. B. Blau, Grün, Violet nicht von einander unterscheiden können, wenn gleichfärbige Strahlen von der Flamme nicht ausgesendet werden. In dem Volta'schen Flammenbogen dagegen finden sich, wie in dem Sonnenlichte, alle Farben des Sonnenspektrums nahezu in demselben Verhältnisse vertreten und weil dieselben grösstenheils nicht absorbirt werden, so erscheinen unter der Beleuchtung des elektrischen Lichtes die Gegenstände eben so gefärbt als bei Tage. Dieser Vorzug ist aber wichtig für photographische Ateliers, Gemäldegalerien, Färbereien,

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Spinnereien und dgl., wo es eben darauf ankommt, die Gegenstände auch Abends so zu sehen, als bei Tage. Weitere Vorzüge bestehen in der sehr geringen Hitze, welche das elektrische Licht dem Beleuchtungslokale mittheilt und in dem Umstande, dass dasselbe keine irrespirablen Gase ausströmt. Beide Uebelstände wirkten bei den bisher gebräuchlichen Beleuchtungsarten namentlich in Zimmern, Theatern, Tanz- und Concertsälen oft sehr lästig. Wegen dieser Vortheile und namentlich auch wegen der schwer in's Gewicht fallenden Feuergefährlichkeit der andern Beleuchtungsgattungen, empfiehlt sich die Einführung des elektrischen Lichtes besonders in den genannten Lokalen. Schon im Hinblick auf die von Jahr zu Jahr in erschreckender Weise zunehmenden Theaterbrände würde die Einführung des elektrischen Lichtes in Schauspiel- und Opernhäusern dringend geboten sein. Auch werden durch dessen Einführung auf Schiffen so manche Unglücksfälle durch Zusammenstoss vermieden werden können. Ein gleicher Vortheil wird sich in Bergwerken (namentlich Kohlenbergwerken), Magazinen oder bei Tunnellbauten ergeben. In allen diesen Fällen kommt die Kostenfrage nur in zweiter Linie in Betracht und man wird sich für das elektrische Licht entscheiden müssen. — Hat man sich aber für die Anwendung desselben im Grossen entschieden, etwa zur Strassen- und Zimmerbeleuchtung, so ist noch die Frage zu besprechen, ob Einzellicht oder getheiltes Licht anzuwenden sei. Die Einzellichter haben vor dem getheilten Lichte den entschiedenen Vorzug, dass ihr Licht viel weisser ist, ruhiger brennt und zu dessen Erhaltung Ströme von geringer Spannung genügen, wodurch die Bedienung wenig oder gar nicht gefährlich ist. Dagegen sind sie auch mit dem Nachtheil behaftet, dass sie wegen der grössern Zahl von Leitungsdrähten, die zu ihrer Erhaltung benöthigt werden, kostspieliger sind und namentlich dort, wo es sich um gleichmässige Beleuchtung eines Raumes, wie z. B. in geschlossenen Räumen, handelt, nicht als praktisch sich erweisen. Da die Lichtintensität mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, so hat man in der Nähe eines Einzellichtes grosse Helligkeit, während sie in einiger Entfernung manches zu wünschen übrig lässt. Bei dem getheilten Lichte braucht man weniger Leitungsdrähte und kann jeden Raum gleichmässig erhellen. Allerdings sind zu demselben Ströme von grosser Spannung erforderlich, wodurch die Bedienung nicht ganz ungefährlich wird, das Licht hat nicht die reine weisse Farbe wie bei den Einzellichtern,

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

sondern erscheint etwas gefärbt und die Summe der Lichtintensitäten sämmtlicher Flammen des getheilten Lichtes entspricht nicht der Intensität jenes Einzellichtes, welches durch denselben Strom hervorgerufen wird. Indessen hat man in neuerer Zeit durch Vereinfachung des Mechanismus und Verbesserung der Kohlen den genannten Uebelständen mit Erfolg abzuhelfen versucht und das getheilte Licht kommt seiner sonstigen Vortheile wegen immer mehr in Anwendung. Namentlich bietet das System von G. H. Möhring mannigfache Vortheile. Es ist sehr einfach construirt, hat keinen complicirten Mechanismus, vermeidet das Erhitzen des Drahtes durch eine passende Ventilation des Induktors, erfordert keinen starken Strom, wenig Betriebskraft, giebt ein weisses Licht und ist auch nicht gefährlich. Aehnliches wird auch von den Krizik-Piette'schen Differentialring-Lampen rühmend hervorgehoben. Ausserdem gelang es Herrn Siemens Kohlenstäbe zu verfertigen, die ein sehr ruhiges weisses Licht geben.*) Mit Rücksicht hierauf und die grössere Billigkeit und Bequemlichkeit findet daher auch das getheilte Licht namentlich seit der Einführung der Differentiallampen und der bedeutenden Vervollkommnung der Incandescenzbeleuchtung immer mehr Anwendung und die Einzellichter werden nur da angewandt, wo sie geradezu unentbehrlich sind, z. B. auf Leuchtthürmen, Schiffen, bei militärischen Operationen, Taucher- und unterseeischen Arbeiten, bei Beleuchtung grosser Arbeitsplätze und Arbeitsräume u. s. w. In allen diesen Fällen werden die Einzellichter stets den Vorzug vor dem getheilten Lichte haben. Dass man den Glanz der Einzellichter durch vorgestellte mattgeschliffene Glastafeln oder Glaskugeln dämpfen müsse, um das Blenden der Augen zu verhüten, braucht wohl nicht mehr hervorgehoben zu werden. Um die Bildung von starken Schlagschatten zu umgehen, werden in einem geschlossenen Raum wenn seine Ausdehnung es auch nicht erfordern sollte, zwei Einzellichter sich als praktisch erweisen und damit weder Licht verloren gehe, noch dasselbe blende, werden sie mit Reflektoren umgeben, die das Licht zunächst auf die Zimmerdecke und die Seitenwände lenken, von wo aus dasselbe nach allen Richtungen hin gleichmässig zerstreut wird. So wirkt auch das Einzellicht trotz seiner grossen Helligkeit nicht im Mindesten nachtheilig auf die Augen ein.

Wenn die Beleuchtung durch Voltabogen in grossen Räumen

*) Sehr gerühmt werden auch die Kohlen von Carré und Gaudoin. Fontaine räumt nach seinen Untersuchungen den letzteren den ersten Platz ein.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

vortrefflich zu verwenden ist und namentlich in Fabriken, wo viel Staub erzeugt wird, die Lampen massiger Construktion jenen feineren und empfindlicheren vorzuziehen sind, so empfiehlt sich die Incandescenzbeleuchtung besonders für kleine Räume, dann überhaupt da, wo eine gleichmässige Beleuchtung nothwendig ist (beispielsweise in mässig grossen Sälen oder in Wohnzimmern, ferner in Theatern u. dgl.) Die Lampen von Swan, Maxim und Edison gehören in dieser Richtuug zu dem Besten, was die Elektrotechnik geschaffen und auf der Pariser Ausstellung machten sie durchaus den Eindruck des Fertigen. In Nordamerika, namentlich in New-York stehen die Lampen von Maxim und Edison sehr im Gebrauch und auf der Pariser Ausstellung konnte man sich von der grossartigen Anwendung einen Begriff machen, welche die elektrische Beleuchtung in New-York und andern Städten Nordamerika's schon gefunden. Die Incandescenzbeleuchtung ist mit der Gasbeleuchtung zu vergleichen. Der Gasometer wird vertreten durch die Lichtmaschine, das Gasrohr durch zwei entsprechend dicke, parallel neben einander laufende Drähte. Von demselben führen Abzweigungen dünneren Drahtes nach verschiedenen Richtungen und von diesen wieder weitere Verzweigungen von noch dünnerem Drahte in die einzelnen Lampen. Jede Abzweigung hat zwei parallele Drähte, welche am Schlusse zusammen gelöthet sind. So wird ein Theil New-Yorks mit elektrischem Lichte versehen. Die Leitung in die einzelnen Häuser geschieht durch Drähte von den Hauptsträngen aus, welche die einzelnen Strassen durchziehen. Und wie beim Gase die Menge des verbrauchten Gases an einem Gasmesser abgemessen wird, so hat man elektrolytische Apparate construirt, welche die verwandte Menge des elektrischen Stromes genau anzeigen.

Noch ist eine wichtige Frage zu besprechen, nämlich die Kostenfrage.

Wenn es sich um die Kosten einer elektrischen Beleuchtung handelt, so hat man nicht etwa nur, was allerdings leicht wäre, die theoretische Frage zu beantworten: wie hoch kommt ein Licht von so und so vielen Carcelbrennern Lichtstärke? sondern es handelt sich vielmehr um die Kosten der Anlage und des Betriebes. Die Ausgaben, welche bei der Anlage für Motor, Maschinen, Leitung, Lampen etc. gemacht werden, hängen dann weiter ab von den Amortisationsbedingungen. Die Kostenüberschläge,

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

die in einzelnen Handbüchern gemacht werden, sind nicht immer ganz zuverlässig. Die Gastechniker stellen dieselben, weil sie in der elektrischen Beleuchtung eine gefährliche Concurrenz sehen, gewöhnlich zu hoch, die Elektriker dagegen zu niedrig. Wir halten uns hier an die Angaben von Dr. H. Schellen und Dr. Alfred v. Urbanitzky, welche in ihren oft erwähnten Werken bekannt gegeben werden.

1. Nach Fontaine kostet eine dynamoelektrische Maschine von Gramme (sammt einer Regulatorlampe und den Leitungsdrähten) in Frankreich und den angrenzenden Ländern mit Verpackung, Transport und den Ausgaben bei der Aufstellung 2500 Fr. Die Kohlenstäbe werden per Meter mit 2 Fr. bezahlt und da ihre Abnützung incl. der Abfälle 8 cm. per Stunde beträgt, so reicht ein Kohlenstab von 1 m. Länge für $12^1/_2$ Stunden aus. Für eine Betriebszeit von 100 Tagen im Jahr und 5 Stunden täglicher Brennzeit stellen sich die jährlichen Ausgaben bei vier Apparaten und Benützung einer Dampfmaschine, die schon als vorhanden angenommen wird, folgendermassen heraus:

4000 Kg. Kohlen a 35 Fr. per Tonne . .	140 Fr.
160 m. Kohlenstäbe a 2 Fr.	320 „
Unterhaltung der Apparate a 0·50 Fr. pr. St. .	250 „
10% Amortisation von 10000 Fr. . . .	1100 „
Summe	1810 Fr.

Bei Verwendung von Wasserkraft würden die Ausgaben selbstverständlich um jene 140 Fr. billiger ausfallen, vorausgesetzt, dass man dieselbe immer benützen könnte. Je mehr Brennstunden angenommen werden, desto geringer stellen sich die Ausgaben verhältnissmässig heraus.

Ein Carcelbrenner (Licht einer Moderateur-Lampe von 30 mm. Dochtweite und 42 g. Verbrauch von Rüböl per Stunde) kostet bei einer Maschine von 150 Carcelbrennern pro Stunde:

bei 500 Stunden Betrieb mit Dampfkraft .	0·0070 Fr.
„ „ „ „ „ Wasserkraft .	0·0066 „
„ 4000 „ „ „ Dampfkraft .	0·0023 „
„ „ „ „ „ Wasserkraft .	0·0018 „

Daraus ist nicht nur ersichtlich, dass der Betrieb mit Wasserkraft billiger zu stehen kommt als mit Dampfkraft, sondern es tritt auch die früher erwähnte Thatsache klar hervor, dass mit der wachsenden Zahl der Brennstunden die Beleuchtungskosten selbst pro Stunde progressiv abnehmen. Bei Anwendung der neuen

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Maschine von Gramme (Modell 1877) und der Gaudain'schen Kohle stellt sich der Preis der Lichteinheit um 40% billiger heraus.

2. Nach einem Kostenüberschlag des Civil-Ingenieurs C. J. Langen, Vertreter der Firma Siemens & Halske in Berlin, hat man, um einen Raum von etwa 2000 □m. zu beleuchten, folgende Ausgaben:

Für 4 dynamoelektrische Maschinen nebst Lampen und Aufstellung	6000 Mark
Für einen Gasmotor von 8 Pferdekräften .	4600 „
Summe	10600 Mark.

Die Lichtstärke, die durch diese Maschinen erzeugt wird, kommt 8000 Normalkerzen oder etwa 600 Gasflammen gleich. Nimmt man täglich 4 Stunden Brennzeit an, so ergiebt sich:

Bei 15% Zinsen und Amortisation per Stunde Brennzeit	1·10 M.
Für Kosten der Betriebskraft „ „ „	1·00 „
Für 4 Lampen Verbrauch an Kohlenstäben „ „	0·80 „
Für Nebenkosten „ „	0.50 „
Es kostet somit das elektrische Licht in Summa für 1 Stunde	3·40 M.

Beleuchtet man denselben Raum mit nur 300 Gasflammen, (600 Flammen waren erforderlich, um denselben Effekt zu erzielen), so belaufen sich die Anlagekosten auf 6000 M.

15% Zinsen und Amortisation per Stunde Brennzeit machen unter sonst gleichen Bedingungen .	0·60 M.
Minimal-Verbrauch an Gas per Stunde . .	8·00 „
Nebenkosten „ „ . .	0·30 „
Es kostet somit das Gaslicht in Summa für 1 Stunde	8·90 M.

Es verhalten sich demnach die Kosten des elektrischen Lichtes zu jenen des Gaslichtes wie 3·4 : 8·9 oder wie **1 : 2·7.** Mit diesem Resultate stimmen noch viele andere nahezu überein. So kommt Heilmann in Mühlhausen bei der Installation der dortigen Eisengiesserei zu dem Resultate, dass bei gleicher Lichtstärke die Kosten des elektrischen Lichtes zu jenen des Gaslichtes wie **1 : 2·26** sich verhalten. Becker, Besitzer der Eisengiesserei in M.-Gladbach findet das Verhältniss einer elektrischen Lampe und einer gleichwerthigen Beleuchtung durch Leuchtgas ausgedrückt durch die Zahlen: **1 : 2·8.** Dabei ist noch in Anschlag zu bringen, dass durch Zinsen und Amortisation des Anlagekapitals die Kosten der elektrischen Beleuchtung bedeutend in die Höhe gehen. Wenn man

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

jedoch die jährlichen Betriebsstunden erhöht (was z. B. bei einer Strassenbeleuchtung unbedingt eintreten muss) und statt der Dampfkraft Wasserkraft benützt; wenn ferner die Preise der Lichtmaschinen in Folge der grösseren Concurrenz und des Erlöschens von Patentrechten herabsinken, dann werden auch die Anlagekosten sich bedeutend niedriger stellen, als oben angeführt wurde.

In ähnlicher Weise lauten auch die Nachrichten über die Kosten der Incandescenzbeleuchtung im Vergleich zur Gasbeleuchtung sehr günstig. So gelangte Swan durch Versuche zur überraschenden Thatsache, dass tausend Kubikfuss Gas, welche in einer Gasmaschine verbrannt werden, um den Motor einer elektrischen Lichtmaschine in Thätigkeit zu erhalten, mehr Licht in einer elektrischen Lampe erzeugen, als wenn dieselben tausend Kubikfuss Gas in gewöhnlichen Gasbrennern verbrannt werden. Ja er kommt zu dem Schlusse, dass eine Gasmenge, in der oben berührten Art zur Erzeugung elektrischen Lichtes verwendet, wenigstens zweimal soviel Licht liefert, als wenn dasselbe Gasquantum in Gasbrennern verbraucht wird. Setzt man nun statt der theureren Gasmaschine die ökonomischere Dampfmaschine, so stellt sich die elektrische Beleuchtung noch billiger heraus.

Einzelne gelungene Versuche sind auch in Siebenbürgen schon gemacht worden, die elektrische Beleuchtung einzuführen. So hat z. B. die Maros-Ujvárer Bergwerks-Direktion durch die Firma Ganz und Comp. in Budapest in dem Salzbergwerk des genannten Ortes die bisher mit 14 Lampen functionirende Anlage um weitere 14 Lampen erhöht und zwar so, dass die letzteren durch eine besondere Wechelstrommaschine in Thätigkeit gesetzt werden der Antrieb beider Lichtgarnituren aber von einer einzigen Dampfmaschine geschieht. *)

Nach dem Erwähnten geht demnach hervor, dass die elektrische Beleuchtung gegenüber der Gasbeleuchtung immer mehr an Vortheilen gewinnt, und der langjährige rivalisirende Streit zwischen den Vertretern beider Beleuchtungsarten, der sich in die

*) Siehe Siebenb. Bote 1883. Nr. 94 und den Aufsatz von Prof. Ludwig Korrodi „Zum Ampoly und Aranyos," welcher in dem Jahrgang 1883 des Siebenb. Karpathenvereins erscheint.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

Worte „Hie Gas" — „hie elektrisches Licht" kleiden lässt, wird mit der Zeit wohl dahin entschieden werden, dass das Gas zur Beheizung unserer Wohnungen, das elektrische Licht aber zur Beleuchtung derselben zu verwenden sei.*) Da überdies die überaus kostspieligen Gasleitungsröhren auch zur elektrischen Beleuchtung verwendet werden können, so wird der Schaden bei einem etwaigen Wechsel des Systemes nicht ein allzu grosser werden. Das elektrische Licht hat aber noch den Vortheil, dass dieselben Maschinen, welche Abends zu Beleuchtungszwecken dienen, bei Tage zur elektrischen Kraftübertragung also zur Verrichtung von mechanischer Arbeit verwendet werden können. Welch' grossartige Anwendung dasselbe ausserdem noch in Glashäusern finden wird, kann aus den wohl gelungenen Versuchen entnommen werden, welche Wilhelm Siemens in London über den Einfluss des elektrischen Lichtes auf das Wachsthum der Pflanzen angestellt hat und worüber er der Gesellschaft für Gartenbau in Berlin die günstigsten Resultate berichtet.**)

Ziehen wir nun den Schluss aus dem bisher Angeführten und machen wir davon die Anwendung auf unsere hiesigen Verhältnisse, so ergiebt sich Folgendes:

1. Es ist keine Frage mehr, dass die elektrische Beleuchtung nach dem gegenwärtigen Stand der Elektrotechnik trotz der Zinsen und der Amortisation des Anlagekapitals, wodurch die Anlage selbst vertheuert wird, immer noch billiger zu stehen kommt, als die Einrichtung und der Betrieb einer Gasbeleuchtung. Hat man also zwischen beiden zu wählen, so wird man mit Rücksicht auf Lichteffekt, Feuerungefährlichkeit und andere hier nur kurz berührte Vortheile für die elektrische Beleuchtung sich entscheiden.

2. Die Anlagekosten werden nicht unwesentlich geringer ausfallen, wenn man Wasserkraft oder schon vorhandene Dampfkraft als Motor benützen kann.

3. Bei der Wahl des anzuwendenden Systems hat man sehr vorsichtig zu Werke zu gehen und nie ohne Zuziehung eines unpartheiischen Sachverständigen zu handeln.

---

*) Ueber die Bedeutung des Gases als Brennmaterial hat Wilhelm Siemen's vor etwa 2 Jahren in Birmingham und Glasgow bedeutsame Vorträge gehalten.

**) Siehe Monatshefte der Berliner Gartenbaugesellschaft Jahrgang 1882.

©Siebenbürgischer Verein f. Naturwissenschaften Hermannstadt (Sibiu); download unter www.biologiezentrum.at

4. Für grosse Etablissements, wo eine bedeutende Zahl von Lampen bei grosser Brenndauer erforderlich ist, erweist sich vom ökonomischen Standpunkte aus die elektrische Beleuchtung als die billigste und kann unbedingt schon jetzt eingeführt werden.

5. Für Strassenbeleuchtung fehlt es gegenwärtig noch an mehreren praktischen Beispielen, namentlich in Oesterreich-Ungarn, um Vergleiche anstellen zu können. Obgleich nun mit Zuversicht zu erwarten ist, dass das elektrische Licht auch nach dieser Richtung hin die Gasbeleuchtuug bald siegreich verdrängen wird, so wäre es doch rathsamer mit der Einführung desselben zur Strassenbeleuchtung so lange zu warten, bis mehr Erfahrungen vorliegen und die Lichtmaschinen durch das Erlöschen von Patentrechten und die wachsende Concurrenz billiger zu stehen kommen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Capesius Gustav

Artikel/Article: Ueber elektrische Beleuchtung 84-114