

- ARSON, MONARD et HONORÉ. Versuche über die Bewegung des Leuchtgases in langen Röhren. *Civiling.* 1869, S. 66.
- BOHNSTEDT. Stadttheater in Riga. Plafond-Beleuchtung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1869, S. 200.
- Éclairage du théâtre du Vaudeville, à Paris. Revue gén. de l'arch.* 1869, S. 275.
- Ueber Beleuchtung von Theatern: Hof- und Nationaltheater in München. Rampenbeleuchtung in der Scala zu Mailand. Berliner Theater, sowie die Säle des Postgebäudes und Telegraphengebäudes. Pariser Theater, sowie einige größere Säle in Paris. *Bayer. Ind.- u. Gwbl.* 1870, S. 9. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 22, 87, 89, 94.
- POLE. Zur Theorie der Gasbrenner. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 765.
- Éclairage des écoles de dessin de la ville de Paris. Revue gén. de l'arch.* 1870—71, S. 129.
- LADD. *Lighting of the Royal Albert Hall. Mechan. magaz.* Vol. 25, S. 189.
- Éclairage de l'école vétérinaire d'Alfort. Revue gén. de l'arch.* 1872, S. 115.
- Éclairage des théâtres. Revue gén. de l'arch.* 1861, S. 102; 1873, S. 133.
- GIROUD's Apparate für Gasleitungen und Gasprüfung. *Journ. f. Gasb. u. Waffer.* 1874, S. 126.
- BARTL. Vorrichtung zur selbstthätigen Ableitung des Condensationswassers aus Gasleitungen. *Polyt. Journ.* Bd. 214, S. 256.
- LAUNAY's Alarmvorrichtung, um Druckveränderungen des Leuchtgases zu verhüten. *Polyt. Journ.* Bd. 216, S. 36.
- KUHLMANN, F. *De l'éclairage et du chauffage par le gaz au point de vue de l'hygiène.* Paris 1876.
- GERMINET, G. *Chauffage et éclairage par le gaz.* Paris 1876.
- MONNIER, D. *Aide-mémoire pour le calcul des conduites de distribution du gaz d'éclairage et de chauffage.* Paris 1876.
- Éclairage de nuit de la salle de séances de la chambre des députés, au palais de Versailles. Revue gén. de l'arch.* 1876, S. 14.
- La lumière artificielle. Le gaz et ses sousproduits. Monit. indust. Belge* 1876, S. 87.
- LEMOINE, E. *Note sur l'éclairage au gaz. Journ. de l'éclairage* 1876, S. 180.
- PATTISON, J. Gasbrenner-Untersuchungen. *Journ. of gaslighting* 1876, Feb. 1. u. März 28.
- The history of gas-lighting. Builder,* Vol. 34, S. 1092, 1141.
- Common sense for gas users. A catechism of gas-lighting.* London 1877.
- Der amerikanische Gas-Sonnenlicht-Apparat. *Ill. Zeitg. f. Blechind.* 1877, S. 19.
- Procédés pour reconnaître les fuites de gaz. Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 251.
- EYNDHOVEN. Ein praktischer Wink für Gasbeleuchtung. *Polyt. Journ.* Bd. 229, S. 449.
- ILGEN. Die Herstellung von Privat-Gaseinrichtungen. *Ill. Zeitg. f. Blechind.* 1878, S. 2, 18, 30, 46, 61, 106, 171.
- LÜDICKE, A. *Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinen-Schlosser.* Weimar 1878.
- MÜNKE, R. Mehrflammige Gaslampen mit Flammenmantel. *Polyt. Journ.* Bd. 229, S. 68.
- SCHILLING, N. H. *Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung.* 3. Aufl. München 1878.
- Neuerungen an Gasregulatoren; von HIRZEL, BULLING, FLÜRSCHHEIM, DRESCH, PINTSCH, PIEPERSBERG und ULBRICH. *Polyt. Journ.* Bd. 231, S. 513.
- GRIMM's Kugelgelenk für Röhrenverbindungen für Gasleitungen. *Polyt. Journ.* Bd. 233, S. 360.
- MÜLLER, K. Ueber die neuesten Fortschritte der Gasbeleuchtung. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 260.
- HUGHES, S. *The construction of gas works and the manufacture and distribution of coal gas.* 6. edit. by W. RICHARDS. London 1880.
- HARRISON's Gaslicht-Verstärkungs-Apparat. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 14.
- ANSELL, G. F. Gas-Ausströmungs-Anzeiger. *Gefundh.-Ing.* 1880, S. 247.
- FABIAN, H. W. Luftzuführungsrohr für Beleuchtungsgegenstände. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 423.
- SCHAAR, G. F. *Die Steinkohlengasbereitung.* 2. Aufl. Leipzig 1880.
- BÉRARD, P. *Sur des bees de gaz donnant une lumière d'une grande intensité. Bulletin de la soc. d'encourag.* 1880, S. 304.
- MÜLLER, A. *Die Gasbeleuchtung im Haus etc.* Wien 1881.
- Ferner:
- Journal für Gasbeleuchtung und Wasserverforgung.* München. Red. von H. SCHILLING u. BUNTE. Erscheint seit 1858.
- Journal de l'éclairage au gaz.* Herausgegeben von CHARBONNIER. Paris. Erscheint seit 1852.
- The journal of gas-lighting.*
- American gaslight-journal.*

## 2. Kapitel.

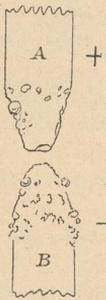
## Beleuchtung mit elektrischem Licht.

30.  
Licht-  
entwicklung.

Das elektrische Licht wird entweder in Form des sog. *Volta'schen*, richtiger *Davy'schen* Lichtbogens oder eines durch den elektrischen Strom bis zur Weifsgluth erhitzten Körpers (Incandescenz-Licht) gewonnen. Beide Lichtquellen sind gebräuchlich, empfehlen sich aber für verschiedene Zwecke.

Indem eine Kohlen spitze *A* (Fig. 30) mit dem positiven, eine Kohlen spitze *B* mit dem negativen Pol einer Batterie oder dynamo-elektrischen Maschine in Verbindung gesetzt wird, entsteht zwischen beiden Spitzen die Lichtentwicklung, welche den Namen *Volta'scher* Bogen führt. Die Spitzen, namentlich die  $+$  Spitze *A*, kommen in lebhaftes Gluth, so dass wenigstens der größte Theil der Lichtentwicklung durch Glühen der Spitzen stattfindet.

Fig. 30.



Leitet man einen elektrischen Strom durch einen festen Körper, welcher, in Folge verhältnißmäßig geringen Querschnitts, dem Strom einen großen Widerstand bietet, so veranlaßt die frei werdende Wärme ein Erglühen des Körpers und damit die Lichtentwicklung.

Die elektrischen Lampen, welche bisher mit Erfolg in die Praxis eingeführt sind, benutzen ausschließlich stark glühende Kohle, sowohl zur Hervorbringung des *Volta'schen* Bogens, als auch zur Erzeugung des Weifsgluthlichtes, so dass auch hier die glühende Kohle als lichterzeugender Körper auftritt.

In Folge der starken Erwärmung der Kohlenstücke und des Vorhandenseins atmosphärischer Luft findet eine entsprechende Verbrennung derselben statt, welche bei den genannten beiden Lichtarten verschiedenartige Einrichtungen zur Erhaltung einer dauernd gleichartigen Lichtentwicklung erfordern und welche den Namen elektrische Lampen führen.

31.  
Regulatoren.

Bei Beobachtung des *Volta'schen* Bogens findet man zunächst, dass einer bestimmten Stromstärke eine bestimmte Entfernung der Kohlenstippen entspricht. Es muss sonach die Spitzenentfernung eine mit der Stromstärke wechselnde sein. Man findet ferner, dass die  $+$  Spitze weit mehr erwärmt wird, als die  $-$  Spitze; demzufolge ist die Abnutzung der ersteren erheblicher, als diejenige der letzteren, und zwar verbrennt, unter sonst gleichen Verhältnissen, von der  $+$  Spitze doppelt so viel als von der  $-$  Spitze. Die Spitzen müssen daher, wenn der Lichtpunkt seinen Ort nicht verändern soll, mit verschiedener Geschwindigkeit gegen diesen sich bewegen. Diesen Umständen wird durch geeignete mechanische Vorrichtungen Rechnung getragen, wodurch die sog. Regulatoren (elektrische Lampen mit Mechanik) entstehen.

Fasst man das Gefagte zusammen, so sind die Bedingungen, die ein Regulator zu erfüllen hat, folgende:

- 1) Geht kein Strom durch die Leitung, so müssen die beiden Kohlenstäbe einander berühren.
- 2) Sobald der Strom entstanden ist, so muss er die Stäbe aus einander treiben.
- 3) So lange der Strom andauert, muss der Abstand der beiden Stäbe, um ein ruhiges Licht zu erhalten, ein gleicher bleiben.
- 4) Der Lichtpunkt muss ein unveränderlicher bleiben, wenn Reflectoren, Linsen

etc. in Anwendung kommen sollen; indess kommt diese Bedingung für Beleuchtungszwecke nur selten in Frage.

Die Zahl der Regulator-Constructions ist zur Zeit bereits eine sehr bedeutende. Es kann nicht im Rahmen der vorliegenden Betrachtung gelegen sein, auch nur sämtliche besseren und wichtigeren Einrichtungen hier vorzuführen. Eine Beschränkung auf die Beschreibung einiger Lampen, die in der Beleuchtungspraxis bereits Eingang gefunden haben, ist deshalb angezeigt.

Einer der älteren Regulatoren, der die genannten Constructionsbedingungen erfüllt, ist der *Serrin'sche*, welcher in Fig. 31 in einem lothrechten Schnitt schematisch dargestellt ist.

Ein F-förmiger, in lothrechter Bahn verschiebbarer Körper *A* trägt an seinem wagrechten Arm die + Spitze. Dieser gegenüber ist die Tragstange *B* der - Spitze, welche in der Hülse *C* verschiebbar ist, angebracht. *A* ist an seiner unteren Hälfte verzahnt und steht mit dem Stirnrad *D* im Eingriff, so dass, wenn *A* sich nach unten bewegt, *D* in der Pfeilrichtung gedreht wird. Mit *D* ist eine Trommel verbunden, deren Durchmesser genau halb so groß ist, als das Zahnrad *D*, und auf welche sich, sobald *D* gedreht wird, das Kettchen *E* wickelt. Dieses Kettchen ist über eine an *C* gelagerte Rolle *H* geführt und an dem wagrechten Arm der Tragstange *B* befestigt. In Folge dieser Einrichtung wird die Tragstange *B* und mit ihr die - Spitze um einen Theil gehoben, wenn *A* mit der + Spitze um zwei Theile niedersinkt. Beide Bewegungen endigen, sobald sich beide Spitzen berühren. Zur Hervorbringung eines der verlangten Lichtstärke entsprechenden Widerstandes müssen, wie schon erwähnt, die Spitzen einen gewissen Abstand haben. Deshalb ist die Hülse *C* in lothrechter Richtung beweglich angeordnet. Sie steht mit dem Gestell der Lampe durch die vier um feste Bolzen *K* schwingenden Arme *J* und durch die Schraubenfeder *L* in Verbindung; letztere ist so einzustellen, dass sie das Gewicht der Hülse *C* mit allem Zubehör in einer gewissen Höhenlage zu tragen vermag. Nahezu am unteren Ende der so aufgehängten Construction befindet sich ein Sperrkegel, welcher unter Umständen gegen die Arme des von *D* aus in rascher Umdrehung veretzten Sternrädchens *N* flößt und damit dieses sowohl, als auch das Rädchen *D* und den Arm *A* an jeder ferneren Bewegung hindert.

Der zur Hervorbringung des Lichtes dienende Strom wird durch die einen Eisenkern umgebende Drahtschraube *P* geleitet; der Eisenkern wird in Folge dessen magnetisch und wirkt so auf einen mit der Hülse *C* in Verbindung stehenden Anker *O*, dass dieser, der Stromstärke entsprechend, angezogen wird, also *C* und mit ihm die - Spitze sich entsprechend senkt. Mit der hierdurch entstehenden gegenseitigen Entfernung der Spitzen wächst der Widerstand; folglich tritt eine Schwächung des Stromes und eine Abnahme der erwähnten magnetischen Wirkung ein, so dass die Feder *L* im Stande ist, die - Spitze um eine gewisse Größe zu heben. Nach entsprechender Abnutzung der Spitzen hebt *L* die Hülse *C* mit Zubehör in dem Masse, dass der Sperrkegel das Sternrädchen *N* nicht mehr berührt, der Arm *A* niedersinken vermag und hierdurch die Spitzen wieder in Berührung treten.

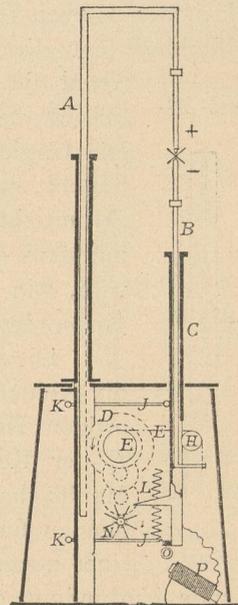
Bei einer von mir längere Zeit beobachteten Lampe fand das Nachrücken der + Spitze in Zeitabschnitten von etwa 0,5 Sekunden statt; bei anderen Lampen soll es möglich gewesen sein, die Spannung der Feder *L* so zu regeln, dass die selbstthätige Einstellung der + Spitze in Zeitabschnitten von nur 0,1 Sekunden erfolgte.

Man sieht, dass der beschriebene Regulator thatfächlich allen oben genannten Bedingungen Rechnung trägt.

*Siemens* und *Halske* haben diesen Regulator (außer Anderen) mit einer Verbesserung versehen, vermöge welcher die Geschwindigkeit des Rades durch eine gewöhnliche Pendeluhrhemmung auch dann ein gewisses Maß nicht überschreitet, wenn ein größeres Stück von einer der Spitzen abbricht, also plötzlich ein größerer Weg der Spitzen erforderlich wird. Auch haben dieselben die elektromagnetische Einwirkung wesentlich vortheilhafter gestaltet, als *Serrin*.

32.  
Regulator  
von  
*Serrin*.

Fig. 31.



Regulator von *Serrin*.

Will man eine Veränderlichkeit in dem Ort des Lichtpunktes zulassen, so vereinfacht sich die Einrichtung. Eine Anordnung des Ganzen, vermöge deren es ermöglicht wird, den Kasten, welcher den Regulator einschließt, über dem Licht anzubringen, ist leicht zu entwerfen.

33.  
Ungetheilte  
u. getheilte  
Ströme.

Durch alle älteren Lampen wurde für die Einführung der elektrischen Beleuchtung in größerem Umfange die Schwierigkeit hervorgerufen, daß jeder Stromerzeuger (jede Lichtmaschine) nur ein Licht — allerdings von großer Lichtstärke — hervorbringen konnte. Eine Vertheilung des elektrischen Lichtbogens in mehrere kleinere war mit Hilfe der älteren Regulatoren gar nicht oder doch nur in sehr unsicherer Weise ausführbar, weil das Princip, auf dem diese Lampen beruhen, eine solche von vornherein ausschließt.

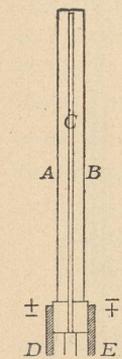
Eine Vertheilung des elektrischen Lichtes, bezw. eine Verbreitung desselben auf eine größere Fläche ist indess, da man das Licht am Orte der Lichtentwicklung sehr selten unmittelbar gebrauchen kann, in hohem Grade erwünscht. Würde die gedachte Fläche eine um den Lichtpunkt concentrische Kugeloberfläche sein, so würde offenbar alles Licht gleichmäßig und voll zur Wirkung kommen, indem man den Halbmesser der Kugel proportional der Wurzel aus der Lichtstärke wählt. Die Einschließungsflächen eines cubischen Raumes sind weniger gleichmäßig zu beleuchten; hat ein zu beleuchtender Raum aber geringere Höhe und Breite als Länge, so kann von einem Lichtpunkte aus die Beleuchtung nicht mehr mit der nothwendigen Gleichförmigkeit erfolgen; man muß mehrere Lichter anbringen, sonach mehrere Stromquellen benutzen oder einen Strom so zerlegen, daß derselbe an mehreren Punkten das Licht erzeugt. Hiernach giebt es zwei Arten der elektrischen Beleuchtung: diejenige, welche ungetheilte und diejenige, welche getheilte Ströme verwendet.

Die Zertheilung eines Stromes ist möglich und im Gebrauch; man hat bis zu 20 Lampen von einem Strom gespeist.

34.  
Kerzen  
von  
*Jablochkoff*.

Den ersten wesentlichen Fortschritt in dieser Richtung machte *Jablochkoff*, indem derselbe das mechanisch selbstthätige Einstellen der Länge des Lichtbogens gänzlich bei Seite ließ und an Stelle der Regulatoren die von ihm erfundenen sog. elektrischen Kerzen setzte, bei denen die Bogenlänge eine stets gleich bleibende ist. *Jablochkoff* legt die beiden Kohlenstifte *A* und *B* (Fig. 32) neben einander und trennt sie durch einen schlechten Leiter *C*; der Strom springt über die Scheidewand *C* hinweg und erzeugt dort die bekannte Lichterscheinung. Die Ungleichheit, welche zwischen der Abnutzung der + und - Spitze besteht, wird ausgeglichen, indem innerhalb kleinerer Zeitabschnitte die Stromrichtung wechselt, so daß jede der Spitzen gleich lange sowohl mit dem +, als auch mit dem - Pol in Verbindung steht. Hierdurch wird, wie hier nicht weiter erörtert werden kann, die Anwendbarkeit der *Jablochkoff*'schen Kerzen einigermaßen erschwert.

Fig. 32.



*Jablochkoff*'sche  
Kerze.

Die trennende Schicht *C* muß sich in derselben Weise verkürzen, wie die Kohlenstifte abnehmen; an einer in meinem Besitz befindlichen dergleichen Kerze besteht die Wand *C* aus Gyps. Die drei Theile *A*, *B* und *C* der Kerze sind zusammengekittet und können bequem zwischen die Maulflächen *D* und *E* einer Klemme, die mit den Leitungsdrähten verbunden sind, gesteckt werden. Die oberen Enden der Stifte *A* und *B* einer neuen Kerze sind mittels einer dünnen Graphitplatte oder dergl. in leitende Verbindung gebracht, welche zunächst durch den Strom zerstört wird; sie ist nothwendig, um den Strom in Thätigkeit treten zu lassen.

Die Lichtstärke einer *Jablochkoff'schen* Kerze kann auf etwa 400 Vereinskerzen geschätzt werden; sie erfordert zum Betriebe der Lichtmaschine etwa 1 Pferdestärke. Von diesen Kerzen können 4 bis 5 in denselben Leitungskreis eingeschaltet werden; indess muß man, wie schon angedeutet, Ströme wechselnder Richtung (fog. Wechselströme) in Anwendung bringen.

Der wesentlichste Mangel, woran die *Jablochkoff'schen* Kerzen leiden und der ihrer allgemeinen Einführung hinderlich ist, besteht darin, daß alle Kerzen erlöschen, wenn eine der in demselben Leitungskreis befindlichen ausgeht oder wenn die Geschwindigkeit der treibenden Maschine nur wenig variirt, und daß sie sich dann nicht wieder von selbst anzünden. Die dadurch bedingte Unsicherheit schließt die Anwendung einer solchen Kerzenbeleuchtung für manche Fälle geradezu aus.

In neuerer Zeit gelang es *v. Hefner-Alteneck* (in Firma *Siemens und Halske*), das Problem der Theilung des elektrischen Bogens bei Anwendung von selbstthätigen Regulatoren zu lösen. Es geschieht dies im Wesentlichen dadurch, daß nicht nur, wie bei den früheren elektrischen Lampen, die im gefamnten Leitungskreife thätige Stromstärke den Abstand der Kohlenstäbe regulirt, sondern daß durch eine angebrachte Nebenschließung der Leitungswiderstand jedes einzelnen Lichtbogens sich selbstthätig regulirt.

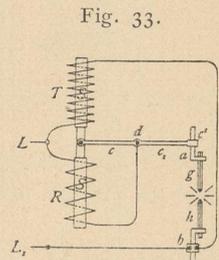
Die fog. Differential-Lampen haben vor den *Jablochkoff'schen* Kerzen den großen Vortheil, daß ein Erlöschen der Lichter des Kreises nicht eintreten kann (außer es tritt ein Bruch der Leitung oder Stillstand der Lichtmaschine ein) und daß die Lampen jederzeit selbstthätig ihr Licht wieder anzünden, so oft die Lichtmaschine in Gang gesetzt wird; auch kann man vorübergehend die eine oder die andere Lampe erlöschen lassen, ohne die übrigen Lichter im gleichen Stromkreife zu schädigen. Endlich sind auch die Kosten der Kohlenstäbe geringer, als jene der Kerzen.

Während bei den älteren Lampen die Regulirung der Länge des Lichtbogens dadurch bewirkt wird, daß der elektrische Strom zu einer Kraftäußerung unter Ueberwindung einer Feder oder eines Gewichtes, in Verbindung mit entsprechenden Mechanismen, verwendet wird, ist bei der neuen, von *v. Hefner-Alteneck* construirten Differential-Lampe an die Stelle der Gewichts- oder Federkraft die Anziehung einer zweiten Spule oder eines Elektromagnetes etc., welcher von einem Zweigstrom durchlaufen wird, gesetzt.

Das Regulirungsprincip dieser neuen Lampe ist durch Fig. 33 veranschaulicht<sup>8)</sup>. Die beiden Kohlenhalter sind mit *a*, *b*, die beiden Kohlenstäbe mit *g*, *h* bezeichnet; *cc<sub>1</sub>* ist ein um *d* drehbarer Hebel; bei *c'* ist der Halter *a* mit dem Theile *c<sub>1</sub>* des Hebels so gekuppelt, daß in der tiefsten Stellung des Hebelsarmes *c<sub>1</sub>* die Kuppelung des Hebels ausgelöst wird; in letzterem Falle sinkt der Halter *a* gegen die untere Kohle herab. Die tiefste Stellung des Hebelsarmes *c<sub>1</sub>* tritt jedesmal in der Ruhe ein und wird bei der älteren *Siemens'schen* Lampe durch ein verschiebbares Gegengewicht hervorgebracht.

Tritt ein elektrischer Strom ein, so zieht dieser den Eisenstab *S* in die Spule *R* hinein; das rechte Ende des Hebels *cc<sub>1</sub>* verläßt seine tiefste Stellung, wobei der Halter *a* sofort mit ihm gekuppelt und mit in die Höhe gehoben wird. Hierdurch entsteht der elektrische Lichtbogen bis zu der Länge, in welcher er den elektrischen Strom durch den mit feiner Länge wachsenden Leitungswiderstand so weit schwächt, daß die Anziehung der Spule *R* dem erwähnten entgegenwirkenden Aufgewicht das Gleichgewicht hält.

Das letztgedachte Gegengewicht ist bei der neuen Differentiallampe durch eine zweite, mit feinem Drahte und vielen Umwindungen bewickelte Spule *T* ersetzt, welche auf eine Verschiebung des Stabes *S* in entgegengesetztem Sinne wirkt und welche in eine Abzweigung zwischen den beiden Außenklemmen



35.  
Vertheilung  
d. elektr.  
Lichtes.

36.  
Lampe von  
*v. Hefner-  
Alteneck.*

<sup>8)</sup> Nach: Zeitchr. f. ang. Electricitätslehre 1880, S. 2. — Journ. f. Gasb. u. Waff. 1880, S. 36.

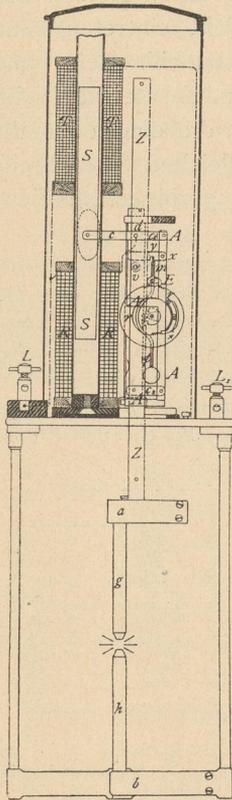
der Lampe eingeschaltet ist. Da das bewegliche System durchaus equilibriert ist, so erfolgt die Regulierung des Lichtbogens durch die alleinige Differentialwirkung der elektrischen Ströme in den beiden Spulen.

Die Wirkungsweise ist die folgende. Angenommen, beim Eintritt des elektrischen Stromes seien die beiden Kohlenstäbe weit getrennt; alsdann hat nur die dünndrähtige Spule  $T$  Strom, da der andere durch die dickdrähtige Spule  $R$  gehende Zweig an der Trennungsstelle der Kohlenstäbe unterbrochen ist. Die Spule  $T$  zieht demnach den Stab  $S$  in sich hinein und bringt den Hebelsarm  $c_1$  in seine tiefste Stellung. In dieser Lage löst sich der Kohlenhalter  $a$  vom Hebelsarm  $c_1$  los und sinkt langsam herab, bis sich die Kohlen treffen. In diesem Momente wird der Zweig, in welchem sich die dünndrähtige Spule  $T$  befindet, fast fromlos, während in den starken Windungen von  $R$  der Strom kräftig auftritt.

Durch die Anziehung dieses Stromtheiles in der Spule  $R$  wird der Stab nach unten gezogen; hierdurch hebt sich der Hebelsarm  $c_1$ ; im ersten Momente dieser Hebung stellt sich die vorher gelöste Kuppelung zwischen  $c_1$  und  $a$  wieder her; die Kohlenstäbe gehen aus einander, und der Lichtbogen wird entzündet. In Folge des im Stromkreise der Spule  $R$  hinzutretenden Widerstandes des Lichtbogens (welcher bekanntlich mit der Länge des Lichtbogens zunimmt) wächst wieder der Strom in  $T$ , während er in  $R$  schwächer wird, bis bei einem bestimmten Widerstande des Bogens sich die von  $R$  und  $T$  auf den Stab  $S$  ausgeübten Anziehungen das Gleichgewicht halten.

Hierauf brennen die Kohlenstäbe langsam ab; allein die gleiche Bogenlänge stellt sich immer wieder her, indem die Gleichgewichtslage bei einer entsprechenden höheren Stellung des Eifenstabes  $S$  eintritt. Es steigt sonach der letztere langsam in die Höhe, während der Hebelsarm  $c_1$  mit dem oberen Kohlenhalter sich senkt. Ist der Hebelsarm  $c_1$  in seiner untersten Stellung angelangt, so löst sich die Kuppelung mit dem Kohlenhalter  $a$ ; derselbe sinkt langsam herab, jedoch nur sehr wenig; denn die eintretende Verkürzung des Lichtbogens hat wieder das Aufwärtsgehen des Hebelsarmes  $c_1$  zur Folge und stellt dabei die Kuppelung zwischen diesem und dem oberen Kohlenhalter wieder her.

Fig. 34.



Differential-Lampe  
von Siemens u. Halske  
(v. Hefner-Alteneck).

Der Eifenstab  $S$  spielt von nun an nahezu in seiner höchsten, der Hebelsarm  $c_1$  dementsprechend nahezu in seiner tiefsten Stellung nur um ein Geringes auf- und abwärts, in kurzen Intervallen die obere Kohle um so viel nachsinkt, als zum Ausgleiche der Verbrennung der Kohlenstäbe nöthig ist.

In Fig. 34 ist die Differentiallampe im Verticalschnitt dargestellt, unter Weglassung der unwesentlicheren Theile. Man erzieht daraus, daß der Kohlenhalter  $a$  mit der ihn tragenden Zahnstange  $Z$  nicht unmittelbar an den um  $d$  drehbaren Hebel  $c_1$  angehängt ist, wie dies im Schema (Fig. 33) angedeutet war; vielmehr hat die Zahnstange  $Z$  ihre Führung in dem Theile  $A$ , welcher an dem Hebelende  $c_1$  angehängt und durch eine Gelenkstange  $c_2$  an seinem unteren Ende so geführt ist, daß er sich bei den Schwingungen von  $c_1$  nur parallel mit sich auf- und abbewegen kann. Die Zahnstange kann an dem Theile  $A$  nur langsam abwärts gleiten, indem sie dabei das Steigrad  $r$  und das kleine Echappement in Bewegung und dadurch das Pendel  $p$  mit seinem nach oben gehenden Arme  $m$  in Schwingung setzen muß, welche Theile sämmtlich am Stücke  $A$  gelagert sind und mit ihm auf- und abwärts gehen.

In einer gehobenen Lage des Stückes  $A$  ist der Arm  $m$  durch eine Kerbe im kleinen Hebel  $y$ , welcher bei  $x$  gleichfalls an dem Stücke  $A$  gelagert ist, festgehalten und damit das Echappement arretirt und die Zahnstange mit dem Stück  $A$  gekuppelt. Wenn aber letzteres und damit der Hebel  $y$  sich seiner tiefsten Stellung nähert, so wird dieser durch den am Gestell feststehenden Stift  $v$  ausgehoben und das Echappement und damit die Zahnstange  $z$  vom Stücke  $A$  frei, worauf in der bereits vorhin beschriebenen Weise die nöthige Nachschiebung der oberen Kohlen sich bewerkstelligt.

Da jede derartige Lampe, unabhängig von jeder anderen, ihren Lichtbogen auf einen genau gegebenen Widerstand und die dadurch bestimmte Länge und Helligkeit einstellt, ist die Einschaltung von mehreren Lampen in einen Stromkreis ermöglicht und das Problem der fog. Theilung des Lichtes unter Anwendung von Regulatoren praktisch gelöst. Eben so ist durch die Einschaltung von mehreren Lampen in verschiedene von derselben Stromquelle ausgehende Zweigleitungen oder parallel neben einander ermöglicht. Man kann fogar beide Methoden des Einschaltens gleichzeitig für die nämliche Stromquelle in Verwendung bringen.

In Amerika hat *Brush* einen Regulator conftruirt, der das Einschalten mehrerer Lampen in einen Stromkreis gestattet; die Kohlenpitzen sind mit einem dünnen Ueberzug von Kupfer versehen, um ihre Leitungsfähigkeit zu erhöhen.

Für *Fablochhoff'sche* Kerzen, welche durch Wechselstrom-Maschinen von *Siemens* und *Halske* betrieben werden, ist es nicht rathsam, mehr als 4 derselben in einen Stromkreis zu legen. Differential-Lampen können in ungleich größerer Zahl hinter einander eingeschaltet werden; gegenwärtig werden, wie schon erwähnt, 12 und mehr Lampen in einem Stromkreise betrieben. *Brush* betreibt 18 Lampen von je 2000 Kerzenstärken mit einer einzigen Lichtmaschine, die einen Motor von 16 Pferdestärken erfordert.

Beim Glüh- oder Contact-Licht (Incandescenz-Beleuchtung) wird, wie schon erwähnt, in den Schließungsbogen ein Leiter mit sehr großem Widerstand eingesetzt, welcher durch den elektrischen Strom zur heftigsten Weißgluth erhitzt wird und als Lichtquelle dient.

Von den betreffenden Lampen mag hier nur die von *Reynier* (D. R. P. Nr. 4054) kurz beschrieben werden.

Der Kohlenstift *A* (Fig. 35) ist mit dem positiven, die Kohlscheibe *B* mit dem negativen Pol der Leitung verbunden. Indem der Strom von dem unteren Ende des Stiftes *A* nach *B* hinübertritt, erzeugt derselbe ein Weißglühen des unteren Endes von *B*, welches die Lichterscheinung hervorbringt. Die in Folge der Verbrennung der Kohle erforderliche Näherung beider Theile wird durch das Gewicht des Armes *C*, welcher den Stift *A* trägt, bewirkt. Der Arm *C* ist an seinem unteren Ende verzahnt und dadurch befähigt, das Rädchen *D*, dessen Welle und das Rädchen *E* zu drehen. *E* greift in ein auf der Welle der Scheibe *B* befestigtes Rädchen, so daß bei dem Niederfinken von *C* die Scheibe *B* sich verhältnißmäßig rasch dreht. Es treten sonach fortwährend andere Theile des Scheibenumfanges mit dem Stift *B* in Berührung, wodurch die Abnutzung der Scheibe eine gleichartige wird; gleichzeitig wird die entstehende Asche von dem Lichtpunkte entfernt. Die Welle von *B* ist in einem Rahmen *F* gelagert, welcher um zwei am Gestell der Lampe befestigte Stifte schwingt. Die Arme des Rahmens *F* stützen sich auf Rollen, welche auf der Welle der Rädchen *D* und *E* stecken, und erschweren somit das Niederfinken des Armes *C* in größerem oder geringerem Maße, je nachdem der Stift *A* mehr oder weniger auf *B* drückt. Hierdurch soll verhütet werden, daß das untere Ende von *A* durch die Drehung von *B* in zu hohem Maße leidet.

*Fontaine* berichtet<sup>9)</sup> über mit einer *Reynier'schen* Lampe ange stellte Versuche, welche die folgenden Ergebnisse hatten:

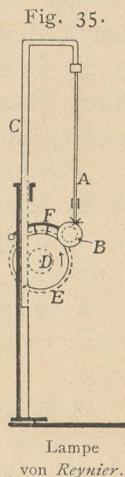
Anzahl der von einem Strom gespeisten Lampen:	5	6	7	10		
Lichtstärke jeder Lampe:	. . . . .	15	13	10	5	<i>bees Carcel</i>
Gesammt-Lichtstärke:	. . . . .	75	78	70	50	» »

Sämmtliche Lampen wurden von einer gemeinschaftlichen *Gramme'schen* Maschine gespeist; die Kohlenstifte waren 2mm dick; die Kohlscheibe hatte 30mm Durchmesser.

Aus dieser kleinen Zusammenstellung geht hervor, was übrigens auch voraussehen ist, daß das Weißgluthlicht sich für geringere Lichtstärken eignet; es wird bisher auch nur für diese verwendet.

Der elektrische Strom kann mittels galvanischer Batterien, so wie mittels magnet- und dynamo-elektrischer Maschinen erzeugt werden. Die Batterien leiden an dem Uebelstande, daß sie eine wechselnde Stromstärke liefern, so daß das Licht, trotz guter Regulatoren, unruhig wird; der Strom, welcher durch magnet- und dynamo-elektrische Maschinen erzeugt wird, ist dagegen, wenn die Geschwindigkeit der Betriebsmaschine gleichförmig ist, ein gleichmäßiger.

37.  
Lampen  
für Contact-  
Licht.



38.  
Strom-  
erzeuger.

<sup>9)</sup> In: *Revue industr.* 1878, S. 477. — *Rohrleger* 1878, S. 379.

Es ist ferner zu erwähnen, daß die Erzeugung des elektrischen Stromes mittels Batterien eine umständliche und auch kostspielige ist. Deshalb konnte der *Davy-Volta'sche* Bogen für Beleuchtungszwecke in größerem Maße erst dann brauchbar werden, als durch Vervollkommung der magnet-elektrischen Maschinen das Mittel gefunden war, starke elektrische Ströme auf billige und weniger umständliche Weise zu erzeugen, als durch galvanische Batterien.

Im Anfange der sechziger Jahre gelang dies den Physikern *Nollet*, *Berlioz* und *van Malderen*, welche die magnet-elektrischen Maschinen der *Compagnie d'Alliance* in Paris herstellten. Hierauf verbesserten *Siemens* und *Halske*, später *Wilde* (1866) diese Maschinen durch Einführung der Cylindermagnete (*Siemens armature*) und erzeugten elektrische Ströme von bis dahin unbekannter Stärke. 1867 entdeckte *W. Siemens* das Princip der dynamo-elektrischen Maschinen, durch welche die Möglichkeit gegeben war, Arbeitskraft direct — ohne Vermittelung von schwachen und unsicheren Stahlmagneten — in elektrischen Strom und umgekehrt elektrischen Strom in Arbeitskraft umzuwandeln. *Gramme* in Paris stellte 1870 zuerst eine dynamo-elektrische Maschine her, welche zwar im Princip nichts Neues enthielt, aber durch geschickte Ausbildung der Dimensionen und Detailanordnung einen für praktische Beleuchtungszwecke, so weit diese mit ungetheiltem Lichte erreicht werden konnten, durchaus geeigneten Stromerzeuger abgab.

Für den Betrieb der *Fablochhoff'schen* Kerzen konnten, da diese Wechselströme erfordern, Anfangs nur magnet-elektrische Maschinen (jene der *Alliance-Compagnie*) verwendet werden. Doch gelang es bald *Gramme* in Paris, so wie *Siemens* und *Halske* in Berlin, Wechselstrom-Maschinen mit Elektromagneten zu construiren, welche durch dynamo-elektrisch erzeugte Ströme polarisirt werden. Mit Hilfe dieser Maschinen hat die elektrische Beleuchtung durch *Fablochhoff'sche* Kerzen ihre Verbreitung gefunden; insbesondere zeichnet sich die von *v. Hefner-Alteneck* entworfene Wechselstrom-Maschine durch geringen Kraftbedarf, soliden Bau und unerhebliche Erhitzung aus.

Für ihre Differential-Lampen verwenden *Siemens* und *Halske* zur Zeit ausschließlich die letztgedachten, ihrem Etablissement entflammenden Wechselstrom-Maschinen.

Die dynamo-elektrischen Maschinen werden für Beleuchtungszwecke zur Zeit in ziemlich mannigfaltiger Anordnung und Construction hergestellt. Eine Besprechung auch nur der wichtigeren derselben kann an diesem Orte nicht Raum finden; es sei deshalb nur auf die bezüglichen zwei *Schellen'schen* Schriften<sup>10)</sup> verwiesen.

Die Lichtmaschinen liefern je nach Größe und Construction für jede Pferdestärke ihres Motors 300 bis 2000 Kerzen Lichtstärke; für neuere mittelgroße Lichtmaschinen pflegt man im großen Durchschnitt pro Pferdestärke 1000 Normalkerzen Lichtmenge zu rechnen.

39.  
Motor.

Zum Betriebe der Lichtmaschinen ist stets ein Motor erforderlich. Ist in dem betreffenden Gebäude bereits für andere Zwecke ein solcher, z. B. eine Dampfmaschine oder ein hydraulischer Motor, vorhanden, so wird eine unmittelbare Benutzung desselben in den allermeisten Fällen zulässig sein. Muß für ein neu zu errichtendes Gebäude die Aufstellung eines Motors (für Heizungs- und Lüftungszwecke, für Aufzüge, für die darin vorzunehmenden mechanischen Arbeiten etc.) projectirt werden und ist die Beleuchtung mit elektrischem Licht in Aussicht genommen, so wird der Motor in solcher Stärke zu bemessen und so aufzustellen und einzurichten sein, daß man ihn auch für Beleuchtungszwecke benutzen kann.

Treffen solche Voraussetzungen nicht zu, so ist für die Lichtmaschine ein besonderer Motor aufzustellen; man verwendet alsdann meist Heißluftmaschinen,

<sup>10)</sup> Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen, ihre Entwicklung, Construction und praktische Anwendung. Köln 1879. — Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung und der Kraftübertragung. Köln 1880.

Petroleum- und Gasmotoren. Letztere empfehlen sich durch ihre leichte und rasche Inbetriebsetzung ganz besonders für den vorliegenden Zweck.

Zur Herstellung eines ruhigen Lichtes ist erforderlich, daß die Lichtmaschine ganz gleichmäßig sich bewege; deshalb dürfen auch nur ganz regelmässig arbeitende Motoren verwendet werden.

Als näheren Anhaltspunkt für die Leistung der Motoren und Lichtmaschinen mögen die nachstehenden von *Schellen* herrührenden Angaben dienen. Eine gute Dampfmaschine leistet eine Arbeit von 1 Pferdestärke bei 1 kg Kohlenverbrauch pro Stunde; mit diesem Kraftaufwande giebt eine *Gramme'sche* Maschine eine Lichtstärke von 800 Kerzen. Verwendet man dagegen 1 kg Kohle zur Gaserzeugung, so erhält man 0,28 cbm Leuchtgas, dessen Verbrennung in einer Stunde nur eine Lichtstärke von 25 Kerzen hervorbringt. Nimmt man an, daß bei der Gaserzeugung 50 Procent der aufgewandten Kohle als Coke zurückbleiben, so beträgt der Verbrauch an Kohle bei der Gasbereitung, um eine Lichtstärke von 800 Kerzen zu erzielen, 16 kg, während bei der *Gramme'schen* Maschine dieses Licht durch den Aufwand von 1 kg erzeugt wird.

*Tresca* fand die Lichtstärke einer großen *Gramme'schen* Maschine bei 1000 Touren in der Minute unter Anwendung einer *Serrin'schen* Lampe gleich 1860 *Carcel*-Brennern. *Siemens* und *Halske'sche* große Maschinen liefern 14800 Vereinskerzen, und *Gramme* hat eine Lichtmaschine von 5000 *bees Carcel* gebaut.

Aus einer Reihe von vergleichenden Versuchen, die hauptsächlich in England ausgeführt worden sind, stellte *Schellen*<sup>11)</sup> die nachstehende Tabelle zusammen.

Name der Lichtmaschine.	Preis.	Dimensionen.			Gewicht.	Kraftverbrauch.	Umdrehungen pro Minute.	Lichtstärke				Querschnitt der Kohlen spitzen.	Rangnummer.
		Länge.	Breite.	Höhe.				insgesamt		pro 1 Pferdestärke			
								verdichteter Strahl.	zerstreuter Strahl.	verdichteter Strahl.	zerstreuter Strahl.		
<i>Holmes</i> . . . . .	11000	1499	1321	1575	2607	3,2	400	1523	1523	476	476	9,5 × 9,5	VI
<i>Alliance</i> . . . . .	9880	1321	1372	1473	1851	3,6	400	1953	1953	543	543	9,5 × 9,5	V
<i>Gramme</i> Nr. 1 . . . . .	6400	787	787	1245	1295	5,3	420	6663	4016	1257	758	12,7 × 12,7	IV
» Nr. 2 . . . . .	6400	787	787	1245	1295	5,7	420	6663	4016	1257	758	12,7 × 12,7	IV
<i>Siemens</i> , große . . . . .	5300	1143	737	356	592	9,8	480	14818	8932	1512	911	17,5 × 17,5	III
» kleine Nr. 58 . . . . .	2000	660	737	254	191	3,5	850	5539	3339	1582	954	12,7 × 12,7	II
» » Nr. 68 . . . . .	2000	660	737	254	191	3,3	850	6864	4138	2080	1254	12,7 × 12,7	I
	Mark.	Millim.			Kilogr.	Pferdestärken.		englische Normalkerzen.				Millim.	

So große Lichtmengen, wie sie die größeren Lichtmaschinen mit einem einzigen Regulator zu liefern im Stande sind, kommen nur in Frage, wenn man große Räume und Flächen von einem Punkte aus erhellen will. Die ganz großen Lichtmaschinen werden nur in Ausnahmefällen, für Leuchttürme etc., angewendet. In den meisten anderen Fällen geht man gegenwärtig durch Theilung des elektrischen Stromes in der Lichtstärke bedeutend herab und erzeugt jetzt vielfach elektrische Lichter, deren Stärke nicht größer ist, als 400 Vereinskerzen und weniger.

Findet eine Zertheilung des elektrischen Stromes statt, so ist das Licht, welches der ungetheilte Strom erzeugen würde, weit größer, als die Summe der Lichter, welche durch mehrere von ihm gespeiste Lampen hervorgebracht wird. Je weiter die Theilung fortgesetzt wird, um so größer ist der durch sie herbeigeführte Verlust, so daß zur Zeit eine weitere, als etwa 12-fache Theilung für wenig empfehlenswerth gehalten wird.

Die Erzeugung vieler schwachen Ströme ist ebenfalls wenig zu empfehlen, so daß, nach dem heutigen Stande des elektrischen Beleuchtungswesens, Lichter von weniger als 100 Kerzen Größe praktisch nicht zu verwerthen sind, wogegen Lam-

40.  
Stärke  
der Einzel-  
lichter.

11) SCHELLEN, K. Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen. Köln 1879. S. 298.

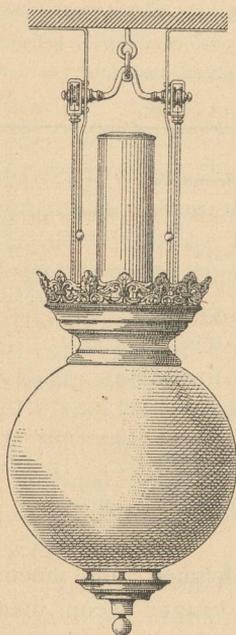
pen, welche eine Lichtstärke von 2000 bis 3000 Kerzen entwickeln, sofern sie überhaupt gut zu verwenden sind, als höchst ökonomisch bezeichnet werden müssen.

41.  
Dämpfung  
d. elektrischen  
Lichtes.

Da das einzelne elektrische Licht regelmässig, selbst bei vertheiltem Strome, eine sehr grosse Helligkeit hat, so muss man dasselbe, sofern es nicht z. B. hoch genug über den zu beleuchtenden Gegenständen angebracht werden kann, durch Vertheilung oder Zerstreuung mildern.

Man umschliesst zu dem Ende den Lichtpunkt mit einer Milch-, Alabafter- oder Opal-Glaskugel, wodurch das Licht so sehr zerstreut wird, dass die Schatten, welche bei freiem, direct wirkenden Licht sehr scharf ausfallen, nur wenig zu bemerken sind. In Fig. 36 ist eine mit der Differential-Lampe von *Siemens und Halske* versehene elektrische Laterne von sehr gebräuchlicher Form dargestellt. Die Glaskugel ist durch über zwei Röllchen geführte Ketten mit einem in der Krone verborgenen Gegengewicht verbunden und lässt sich herabziehen, um neue Kohlenstäbe einlegen zu können. Das Milchglas verschluckt reichliche Mengen des Lichtes (durchschnittlich 40 Procent desselben); das genannte Verfahren ist deshalb nicht sparsam zu nennen und wird vorwiegend angewendet, wenn die Beleuchtung sich durch Eleganz auszeichnen soll.

Fig. 36.



Dasselbe gilt von der Anbringung der Lampe über einer Glasdecke des zu beleuchtenden Raumes. Ueber dieser Glasdecke befindet sich zunächst die elektrische Lampe, welche durch weisses gestrichene oder mit weissem Papier beklebte Schirme so überdeckt ist, dass letztere als Reflectoren wirken.

Sparfamer, aber auch weniger schön ist die Beleuchtung, wenn man das Licht gegen die ebene, weisse Decke oder gegen besonders angebrachte weisse Flächen strahlen lässt, von denen dasselbe weit zerstreut wird.

Man wendet alsdann Lampen an, deren positive Spitze sich unten befindet, damit möglichst viel Licht nach oben geworfen wird, und setzt die Lampen in Kübel mit Krämpfen, so dass das Auge nicht direct von dem Lichte getroffen werden kann. Durch entsprechende Formgebung der oben ebenfalls weiss gestrichenen Kübelkrämpfen und der als Reflectoren wirkenden, über der Lampe angebrachten Flächen ist man im Stande, das Licht genügend gleichmässig in dem zu beleuchtenden Raume zu vertheilen.

Nähere Angaben sind aus den Quellen, welche in dem am Schluss dieses Kapitels angefügten Literaturverzeichniss namhaft gemacht sind, zu entnehmen.

42.  
Vorzüge  
d. elektrischen  
Lichtes.

Unter den Vorzügen des elektrischen Lichtes ist in erster Linie die Farbe desselben zu nennen, wodurch es sich anderem künstlichen Licht gegenüber auszeichnet. Sie ermöglicht die Erkennung der Farben, selbst des zartesten Blaugrün mindestens in demselben Masse, wie das Tageslicht. Das elektrische Licht ist daher für eine Zahl von Fabriken, z. B. Teppich- und Band-Webereien, allein zu empfehlen, und gewährt für Gesellschaftsräume, Strassen etc. eine so glänzende Beleuchtung, dass ein Vergleich mit dem gelblichen Gaslicht kaum stattfinden kann. Die reine Farbe des elektrischen Lichtes dürfte ausschliesslich durch die hohe Temperatur der Kohlenpitzen entstehen. Während man die Temperatur der leuchtenden Kohlenkörperchen

in der Gas- und Petroleum-Flamme zu 1400 bis 1600 Grad schätzt, will *Rofetti*<sup>12)</sup> am negativen Pol einer elektrischen Lampe mindestens 2200 bis 2500 Grad, am positiven Pol derselben mindestens 2400 bis 3900 Grad gefunden haben.

Dieser Hauptvorteil des elektrischen Lichtes wird noch dadurch erhöht, daß das elektrische Licht nicht wie das Gaslicht, die Luft des Raumes, worin es leuchtet, verdirbt. Der elektrische Lichtbogen verändert die Luft in so geringer Weise, daß sich aus diesem Grunde die elektrische Beleuchtung für solche Räume empfiehlt, die von vielen Menschen besucht werden.

Als fernere Vorzüge des elektrischen Lichtes nenne ich das Fehlen jeder Feuersgefahr dieser Beleuchtungsart und die geringe Wärmeentwicklung derselben. Die Bequemlichkeit, mit welcher die Leitungen verlegt werden können, ist für gewisse Fälle ebenfalls von Werth.

Der Preis des elektrischen Lichtes wird, Angesichts der genannten Vorzüge desselben, in vielen Fällen nicht in Frage kommen; in anderen Fällen wird derselbe jedoch eine ausschlaggebende Rolle spielen. Er setzt sich zusammen aus den Zinsen und der Amortisation des Anlagekapitals und den Unterhaltungskosten, und ist je nach den örtlichen Umständen so sehr verschieden, daß genaue Angaben nur auf Grund eines vollständigen Planes gemacht werden können.

Eine große Rolle spielen in den Kosten der elektrischen Beleuchtung die Anlags- und Betriebskosten für die Motoren-Anlage. Je nachdem man einen vorhandenen Motor mitbenutzen kann oder einen besonderen Motor aufstellen muß, werden die Kosten pro Lampe und Brennstunde sehr verschieden. Deshalb schwanken die Gesamtkosten auch innerhalb ziemlich weiter Grenzen; die Lichteinheit des elektrischen Lichtes kostet 0,1 bis 2,0 derjenigen des Gaslichtes.

Das »Journal für Gasbeleuchtung und Wasserverforgung« hat Anfangs 1880 (S. 16) folgende vergleichende Tabelle für die Kosten der elektrischen Beleuchtung aufgestellt:

	Die gleiche Beleuchtung kostet pro Brennstunde						
	mit elektrischem Licht		mit Gasbeleuchtung				
	bei vorhandener Dampfmaschinen-Anlage.	mit Otto'schem Gasmotor.	bei einem Gaspreise <sup>13)</sup> pro 1 cbm von				
			16 Pf.	18 Pf.	20 Pf.	22 Pf.	24 Pf.
Bei 1000 jährlichen Brennstunden:							
die Helligkeit einer <i>Serrin'schen</i> Lampe = 30 Gasflammen . . . . .	96—102	138—142	77	86	94	102	111
die Helligkeit einer <i>Jablochkoff'schen</i> Kerze = 15 Gasflammen . . . . .	64—66	85—87	39	43	47	51	56
die Helligkeit einer <i>Siemens'schen</i> Differential-Lampe = 20 Gasflammen . . . .	51—54	69—74	51	57	63	68	74
bei 500 jährlichen Brennstunden:							
die Helligkeit einer <i>Serrin'schen</i> Lampe = 30 Gasflammen . . . . .	145—150	211—215	86	95	103	112	120
die Helligkeit einer <i>Jablochkoff'schen</i> Kerze = 15 Gasflammen . . . . .	88—90	121—123	43	47	52	56	60
die Helligkeit einer <i>Siemens'schen</i> Differential-Lampe = 20 Gasflammen . . . .	78—80	105—113	57	63	69	74	80
	Pfennige.		Pfennige.				

Nach der »*Gazette des architectes et du bâtiment*« (1881, S. 40) kostete früher die Beleuchtung des Hippodroms in Paris jeden Abend 1100 bis 1200 Francs; gegenwärtig belaufen sich die Unkosten der viel glänzenderen elektrischen Beleuchtung auf 250 bis 260 Francs pro Abend.

<sup>12)</sup> Berichte d. deutsch.-chem. Gesellschaft 1879, S. 1700.

<sup>13)</sup> Zu diesen Gaspreisen sind in der Berechnung die Kosten für Verzinsung, Amortisation, Bedienung etc. hinzugefchlagen.

44.  
Nachtheile  
d. elektrischen  
Lichtes.

Außer dem Nachtheile, daß die elektrische Beleuchtung in manchen Fällen sehr hohe Kosten verursacht, ist zunächst noch der Uebelstand zu erwähnen, daß Betriebsunterbrechungen am Motor, also auch an der Beleuchtung viel häufiger zu befürchten sind, als bei der Erhellung mit Gaslicht. Ferner gewährt letztere den Vortheil, daß man die Lichtintensität einer Gasflamme von der Maximalstärke an bis auf ein äußerst geringes Maß herabsetzen kann; das elektrische Licht hingegen gestattet eine so einfache und so weit gehende Regulirung nicht.

45.  
Anwendung  
d. elektrischen  
Lichtes.

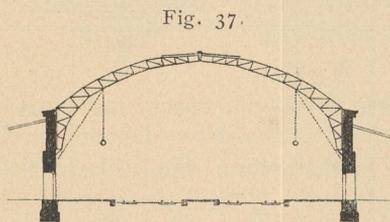
Sind auch die Resultate, welche bislang auf dem Gebiete der elektrischen Straßenbeleuchtung, die nicht in den Rahmen der vorliegenden Betrachtung gehört, noch nicht besonders befriedigende zu nennen, so hat man doch das elektrische Licht mit entschiedenem Erfolge zur Erhellung von geeigneten geschlossenen Räumen, wie großen Sälen und Hallen, Verkaufsläden, Arbeitsräumen und Werkstatlocalitäten etc., eingeführt.

Vorläufig scheinen es die *Fablochhoff'schen* Kerzen nicht zu sein, denen der Vorzug zu geben ist, sondern die Lampen, wie man sie zum Theile schon vor Erfindung jener Kerzen gekannt und angewendet hat. In Frankreich verwendet man z. Z. ziemlich häufig den *Serrin'schen* Regulator, der mittels *Gramme'scher* Lichtmaschinen betrieben wird; in Deutschland dagegen hat die *v. Hefner-Alteneck'sche* Differential-Lampe von *Siemens* und *Halske*, gespeist durch die dynamo-elektrische Wechselstrom-Maschine derselben Firma, die meiste Anerkennung gefunden. In Amerika scheint die Maschine von *Wallace-Farmer* und das System *Brush*, in England das letztere System und die *Siemens'sche* Lampe am meisten Eingang gefunden zu haben.

Nach *Schellen* kann man bei richtiger Aufstellung des Lichtes in einer Spinnerei, einer Buchdruckerei, einer Weberei etc., wo eine größere Helligkeit erforderlich ist, mit einem einzigen Lichte eine Fläche von 250 qm, in einer Maschinenfabrik 500 qm und auf einem offenen Arbeitsplatze 2000 qm gut beleuchten.

46.  
Beispiel.

Als Beispiel der Beleuchtung eines größeren Raumes mit elektrischem Licht sei die Personenhalle des Königl. Ostbahnhofes in Berlin herausgegriffen. Diese Halle enthält zwei Haupt- und einen Mittelperron mit dazwischen liegenden Gleisen. Zur Erleuchtung dienen im Ganzen 14 Lampen, welche in zwei Reihen zu je 7 über den Borden der Seitenperrons aufgehängt sind (Fig. 37); es sind Differential-Lampen von *v. Hefner-Alteneck* zur Anwendung gekommen, die durch eine kleine dynamo-elektrische Maschine und eine größere Wechselstrom-Maschine gespeist werden. Die erstere liefert den continuirlichen Strom, der die im ganzen Systeme thätigen Elektromagnete erregt; die größere Maschine entsendet Wechselströme mit ganz außerordentlich rascher Aufeinanderfolge derselben; die Ströme sind in zwei von einander getrennten Stromkreifen durch die Differential-Lampen geleitet.



Personenhalle des Königl. Ostbahnhofes  
in Berlin<sup>14)</sup>. 1/1000 n. Gr.

Je eine Reihe von Lampen, also 7, liegen in einem Stromkreise; der Leitungsdraht ist unmittelbar von einer Lampe zur anderen geführt, und zwar mit so viel Durchhang, daß das Herablassen einer Laterne nicht behindert ist. Hinter der siebenten Lampe jeder Reihe sind beide Stromkreise an das eiserne Dach geführt, welches zur gemeinsamen Rückleitung zur Maschine benutzt ist. Die Laternen hängen an über Rollen gehenden und nach den Wänden geführten Seilen, welche das Herablassen behuf Einfsetzen neuer Stäbe gestatten. Jede Laterne trägt zur Milderung des Lichtglanzes eine Kugel von 50 cm Durchmesser aus Alaßtafer-Glas.

Die Entfernung der einzelnen Lampen in einer Reihe beträgt im Mittel 23 m und der Abstand der

<sup>14)</sup> Nach: Deutsche Bauz. 1879, S. 446 und Zeitschr. f. Bauw. 1870, Taf. 3.

beiden Reihen ebenfalls ca. 23 m. Da die Halle 187,65 m lang und 37,66 m breit ist, so hat jede Lampe eine Grundfläche von rot. 505 qm zu erhellen. Es geschieht dies in solcher Stärke, daß man an allen Stellen der Halle Diamantdruck zu lesen vermag. Die Kohlenstäbe in den Lampen brennen etwa 4 Stunden lang; das Auswechselfen derselben wird im Allgemeinen in den Beleuchtungspausen vorgenommen; es kann aber auch jede einzelne Lampe heruntergelassen und mit neuen Stäben versehen werden, während die übrigen Lampen weiter brennen. Das Entzünden und Verlöfchen der Lampen geht gleichzeitig und selbstthätig vor sich, sobald die Maschine in Gang gesetzt, bzw. angehalten wird. Es ist nicht erforderlich, daß beide Reihen von Flammen gleichzeitig brennen; wohl aber ist es Erfordernis, daß mindestens 7 Flammen einer Reihe gleichzeitig brennen.

Der Betrieb der Beleuchtung wird von der Firma *Siemens und Halske* in Berlin gestellt und nach einem bestimmten Zeitplane ausgeführt. Die Verwaltung vergütet derselben für die Betriebsstunde 7,50 Mark, in welcher Entschädigung etwaige Reparaturkosten für Maschinen etc. einbegriffen sind<sup>15)</sup>.

Von der architektonischen Ausstattung der Beleuchtungskörper war bereits im Abschnitt über »decorativen Ausbau« (Theil III, Band 3) die Rede.

#### Literatur

über »Beleuchtung mit elektrischem Licht«<sup>16)</sup>.

*Électricité appliquée à l'éclairage. Revue gén. de l'arch.* 1843, S. 479.

Ueber die große elektrische Lichtproduction auf dem alten Museum in Berlin am 22. October 1861. *Polyt. Journ.* Bd. 162, S. 313.

Elektrische Beleuchtung auf dem Carouffplatz in Paris. *Annales télégr.* Vol. 4, S. 84.

Die elektrische Beleuchtung in Paris. *Mechan. magaz.* Vol. 5, S. 433.

KEISER u. SCHMIDT. Anwendung des elektrischen Lichtes bei der Feier des Truppeneinzuges in Berlin. *Polyt. Journ.* Bd. 200, S. 502. *Polyt. Centrabl.* 1871, S. 1048.

*La lumière électrique. Sa production, son prix de revient et ses applications. Revue gén. de l'arch.* 1875, S. 114.

Beleuchtung der Warte- und Gepäckfäle vermittelt des elektrischen Lichtes. *Engng. D. A. Polyt. Zeitg.* 1876, S. 166.

*Éclairage à la lumière électrique de la gare du Nord. Portefeuille économ. des mach.* 1876, S. 45.

Ueber die praktische Anwendung des elektrischen Lichtes. *Maschinenb.* 1876, S. 145.

OECHELHÄUSER, W. Die elektrische Beleuchtung in ihrem Concurrentenverhältniß zum Gas. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1877, S. 433.

*The electric light and its application in workshops. Iron,* Vol. 9, S. 612. *Scientif. Americ.* Vol. 37, S. 116, 195.

*Lumière électrique. Expériences comparatives faites à la station du Midi, Bruxelles. Monit. industr. Belge* 1877, S. 591.

*Éclairage à l'électricité. Applications industrielles. Gare des marchandises de la Chapelle-Paris. Revue industr.* 1877, S. 185.

*L'éclairage électrique à Paris. Portefeuille économ. des mach.* 1878, S. 100.

OECHELHÄUSER, W. Ueber die Kosten der elektrischen Beleuchtung mit JABLOCHKOFF'schen Kerzen. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1878, S. 614.

SHOOLBRED. *On the present state of electric lighting. Engng.* Vol. 26, S. 362.

CLARK u. BRIGGS. *The lighting of the hall of representatives by the Brush dynamo-electric machine. Engng.* Vol. 26, S. 206, 225.

FERRINI, R. *Technologie der Elektrizität und des Magnetismus.* Deutsch von M. SCHRÖTER. Jena 1878. S. 414.

GROSSE-TESTE, W. *Note sur une application de l'éclairage électrique faite à la filature du Champ du Pin à Epinal. Bulletin de la soc. de Mulhouse* 1878, S. 22.

FONTAINE, H. *Éclairage à l'électricité. Revue industr.* 1878, S. 248.

*Machines for the electric light. Journ. of the soc. of arts* 1878, Dec. 13.

KILLINGWORTH HEDGES. *Useful information on practical electric lighting.* London u. New-York 1879.

HIGGS, P. *The electric light in its practical application.* London 1879.

<sup>15)</sup> Vergl. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 446.

<sup>16)</sup> So weit dieselbe für den Architekten in Frage kommt.