

Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 19 (1877-1878)

Artikel: Vortrag über Gasfeuerungs-Anlagen und elektrische Beleuchtung
Autor: Zimmermann, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834685>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

XIII.
Vortrag
über
Gasfeuerungs-Anlagen und elektrische
Beleuchtung.

Gehalten am 8. Februar 1879

von

Director O. Zimmermann.

Verehrte Anwesende!

Ehe ich den Ihnen angekündigten Vortrag beginne, möchte ich Ihnen zuerst darüber Rechenschaft ablegen, wie die bezügliche Arbeit entstanden, wie es gekommen, dass ich für zwei an und für sich verschiedene Themata Ihre Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen wage.

Der Verwaltungsrath unserer Gesellschaft hatte mir den Besuch der letztjährigen pariser Weltausstellung gestattet, womit mir natürlich es zur Pflicht wurde, über das Neue, auf das Beleuchtungswesen Bezügliche, das ich dort sah, zu berichten. Hieraus ergab sich mir Veranlassung, die eine und die andere Fachschrift zu lesen und zu Rath zu ziehen, und so entstand folgender Bericht, welchen ich in zwei Sitzungen, am 21. October 1878 und 20. Januar 1879, meinem Verwaltungsrathe vorlegte.

Dass die nun folgenden Mittheilungen die Grenzen meines Berufsfeldes nicht überschreiten werden, wird Ihnen nach Gesagtem begreiflich erscheinen.

Ich fasse, über meinen Besuch der Weltausstellung in Paris berichtend, hauptsächlich diejenigen Punkte in's Auge, welche auf dem Felde des Beleuchtungswesens ein allgemeineres Interesse bieten und werde zu diesem Zwecke Sie verschonen mit Aufzählung und Beschreibung von Hahnen, Pumpen, Gasmessern, Gasmotoren, Gaslustres, Wärmeparaten u. s. w., ich werde es unterlassen, mich in rein technische Details zu vertiefen, kurz, ich werde nur dasjenige Neue Ihnen vorzuführen und zu erläutern suchen, was von grösserem Einfluss auf die Gasindustrie und was von epochemachender Wichtigkeit für den Betrieb von Gasanstalten sich zu erweisen scheint.

Ersteren Punkt betreffend wird mein Bericht sich verbreiten über die Versuche der elektrischen Beleuchtung im Grossen, welche anzusehen und zu prüfen Paris während der Ausstellungszeit so vielfach Gelegenheit bot.

Letzteren Punkt betreffend wird sich mein Bericht auf die Besprechung von Gasfeuerungs- oder Generatorfeuerungs-Anlagen, namentlich der bezüglichen Anlagen auf den pariser Gaswerken, sowie einiger interessanter Constructions- und Betriebs-Verhältnisse in diesen Anstalten beschränken.

Was nun zunächst die Gasfeuerungs-Anlagen für Retortenöfen betrifft, erlaube ich mir, einige einleitende Worte voranzuschicken.

Unter Gasfeuerung versteht man die Heizmethode, bei welcher die Brennmaterialien nicht mit directer Flamme wirken, sondern erst unter secundärer Verbrennung. Es wird zu diesem Zwecke das Brennmaterial in einem besonderen Raum — dem Generator — über einem Rost oder einem Schlitz einer nur theilweisen Verbrennung, zu Kohlen-

oxydgas, unterworfen. Der Generator wird entweder vor dem Ofen oder hinter demselben, wohl auch in der Tiefe unter demselben angelegt. Das Kohlenoxydgas wird, bevor es in den eigentlichen Ofenraum eintritt, d. h. genau an der Stelle, an der es eintritt, mit atmosphärischer Luft, welche entweder kalt oder, was besser ist, vorgewärmt Zutritt, innig gemengt und verbrennt nun unter lebhafter Hitze zu Kohlensäure, es verbrennt also vollständig. In der That sieht man auch dem Kamin eines solchen Gasfeuerungs-Ofens keinen Rauch entsteigen.

Die Generatoren sind gemauerte grosse Fülltrichter, in welchen das Brennmaterial ungefähr einen Meter hoch aufgeschüttet wird. Das Beschicken der Generatoren geschieht nur in längeren Zeitintervallen, etwa alle zwei oder drei Stunden.

Da die Generatoren vom eigentlichen Ofen getrennt sein können, so ist es ein Leichtes, dieselben so anzuordnen, dass deren Bedienung eine möglichst bequeme und wenig belästigende wird.

Der Raum vor dem Retortenofen bleibt auf diese Weise frei. Die Gasarbeiter, welche mit der Unterhaltung des Feuers nichts mehr zu thun haben, sind durch strahlende Wärme nicht mehr in dem Masse belästigt wie bei den gewöhnlichen Rostfeuerungs-Oefen, in den Ofen selbst aber können an Stelle des seither durch die Rostfeuerung beanspruchten Raumes noch eine, je nach den Constructionsverhältnissen auch zwei Retorten mehr als zuvor eingelegt werden.

Es sind, seitdem überhaupt die Gastechniker sich mit der Anlage von Generator-Oefen befassen, d. i. seit etwa drei bis vier Jahren, gar manche Systeme erfunden und ausgeführt worden. Die hauptsächlichsten derselben

sind diejenigen von *Siemens*, *Liegel*, *Müller* und *Fischet und Tonnar*.

Von den Siemens'schen Oefen war auf der Ausstellung ein Modell in $\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse im Pavillon der „Compagnie Parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz“ ausgestellt. Ausgeführt sind solche Oefen seit dem Jahre 1876 und 1877 in grossartigem Massstabe auf dem pariser Gaswerke zu Ivry und sind daselbst bis heute ausschliesslich in Betrieb.

Am 7. September besuchte ich diese Gasanstalt, welche auf einen an sanctgaller Verhältnisse gewöhnten Menschen einen ganz ausserordentlichen Eindruck zu machen imstande ist.

Denken Sie sich ein colossales Retortenhaus, in welchem quer, ringsum freistehend, drei Doppelreihen Retortenöfen aufgestellt sind; jede Reihe wird aus 16 Oefen zu je 8 Retorten gebildet, so dass also in diesem einen Retortenhause 768 Retorten eingemauert sind.

Die Oefen sind nun etwa folgendermassen construirt:

Je zwei Doppelöfen zu 8 Retorten werden von einem Generator aus geheizt. Das Kohlenoxydgas durchzieht vor seinem Eintritt in den Retortenraum ein Labyrinth von Vorwärmungs-Canälen, ebenso die atmosphärische Luft. Diese Canäle befinden sich unter dem Retortenraum. Beim Eintritt in das Ofengewölbe mischen sich Luft und Kohlenoxydgas zu lebhafter Verbrennung und umspielen sämtliche Retorten. Wie der Eintritt auf der einen Seite am Widerlager des Gewölbes stattfand, so treten die Verbrennungsgase auf der andern Seite des Gewölbes wieder nach unten aus dem Ofenraum aus und durchziehen ein ganz gleiches System von Canälen, das sie erwärmen, ehe sie in das Kamin entweichen.

Nach Verlauf einer Stunde werden mittelst eines einfachen Zahnstangen-Mechanismus vier Schieber gleichzeitig verstellt. Das Kohlenoxydgas und die Luft machen nun genau den entgegengesetzten Weg wie vorher, sie gehen zuerst durch die in vorhergehender Stunde erwärmten Canäle und erwärmen wieder nach der Verbrennung im Ofengewölbe, bevor sie in das Kamin eintreten, das anderseitige Canalsystem. Regelmässig alle Stunden wiederholt sich dieses Spiel.

Das Beschicken der Generatoren, von welchen man, vor den Retortenöfen stehend, nichts gewahr wird als eine wohlverschlossene runde Oeffnung im Boden des Retortenhauses vor den Oefen, geschieht alle zwei Stunden. Es wird alsdann die vorerwähnte Oeffnung abgedeckt und Coke hinabgeleert, bis der Generator wieder angefüllt ist.

Die Generatoren haben einen Treppenrost, welcher gut gekühlt wird. Von diesem Roste, welcher durch keine Thüre abgeschlossen ist, wird die sich bildende Schlacke mittelst eines Hakens abgezogen. Auch hiervon ist, wenn man vor den Oefen steht, nichts zu sehen. Die Bedienung der Roste wie der Schieber-Mechanismen findet in Gewölben unter dem Boden des Retortenhauses statt. Diesen Gewölben wird durch ein Ventilatorgebläse beständig frische Luft zugeführt. Der Unterbau der Oefen ist, einschliesslich Fundamentirung, 5 bis 6 Meter tief.

Dieses Feuerungs-System würde sich natürlich für unsere hiesige Gasanstalt nicht eignen; denn, abgesehen von den enormen Kosten der Anlage und Anderem, könnten wir doch bei unsern Bodenverhältnissen an einen Unterbau von der oben angegebenen Tiefe nicht denken.

Es gibt jedoch andere Gasfeuerungs-Systeme, wie z. B. dasjenige von Tonnar, welches nur sehr geringen Unter-

baues bedarf und ein Aendern der jetzigen Rostfeuerungs-Oefen kaum nöthig macht.

Da eine Erweiterung, bzw. Verlängerung unseres Retortenhauses zu den für uns unmöglichen Dingen gehört, so könnte vielleicht, bei zunehmendem Gasbedarf, vorausgesetzt dass nicht demnächst Jedermann des vertheilten oder nicht vertheilten elektrischen Lichtes sich bedienen werde, uns die Anwendung des Tonnar'schen Ofen-Systemes eine Productionssteigerung ohne bauliche Erweiterung gestatten.

Es ist bereits mit Sicherheit festgestellt, dass bei Generatorfeuerung sich wesentliche Ersparnisse an Brennmaterial erzielen lassen, welche natürlich bedeutender oder geringer ausfallen werden, je nachdem die vorherigen Rostfeuerungs-Anlagen schlechter oder besser construiert waren, je nachdem die Bedienung der vorherigen Feuerungen eine mangelhafte und nachlässige oder eine sorgfältige und gewissenhafte war.

Da die Bedienung der Generatorfeuerungen eine einfachere und weniger anstrengende ist als diejenige der Rostfeuerungen, so wird selbstverständlich der Betrieb der ersteren ein regelmässigerer und zuverlässigerer sein können.

In Folgendem ist eine vergleichende Zusammenstellung der Betriebsergebnisse unserer Rostfeuerungs-Oefen mit denjenigen eines Generatorofens nach System Müller und Fichet auf der Gasanstalt zu Basel und mit denjenigen der Gasanstalt zu Bern, welche ausschliesslich mit Generatoröfen nach Liegel's System arbeitet, gegeben:

	St. Gallen.	Basel.	Bern.
			Cubikmeter Gas
Aus 100 kg. Kohlen wurden erzeugt:	31,17	31,5	32,0
			Kilogramm Heizmaterial
100 kg. Destillationsmat. erforderten:	24,8	21,3	21,4
			Kilogramm Heizmaterial
100 cbm. erzeugten Gases erforderten:	72,15	67,0	66,76

Hiernach könnten wir hier in St. Gallen bei Einführung des Gasfeuerung-Systemes etwa 33,000 kg. Coke oder 1000 bis 1500 Franken ersparen in einem Jahre.

Sieht man durch irgend eine geeignete Oeffnung in das Innere eines mit Gasfeuerung betriebenen Retortens ofens hinein, so fällt Einem zuerst die ziemlich hohe Temperatur darin auf, sodann die grosse Gleichmässigkeit der Erwärmung. Da ein solcher Ofen, so zu sagen, fast von selbst marschirt, so ist einzusehen, dass die Hitze im Ofen eine ziemlich constante sein wird. In Folge hiervon nützen sich die Retorten weniger rasch ab und werden also eine längere Betriebsdauer erreichen.

Ausser der Gasanstalt zu Ivry besuchte ich noch diejenige in der Vilette und die zu Vaugirard. Die Gasanstalt in der Vilette zählt 22 Gasbehälter und schliesst eine Chamottewaaren-Fabrik in sich, in welcher nicht nur sämtliche Retorten und sonstige feuerfeste Producte für den Bedarf der zehn pariser Gaswerke, sondern auch noch für viele andere französische Gasanstalten hergestellt werden. Im vergangenen Jahre wurden daselbst ungefähr 4000 Retorten und 1,500,000 kg. feuerfeste Steine in vorzüglicher Qualität erzeugt.

Nächst diesem und den mechanischen Einrichtungen zum Sortiren des Coke interessirt die mannigfache Verarbeitung und Verwerthung der Nebenprodukte auf den pariser Gaswerken.

Aus Coke-Rückständen (sogenannte Breeze oder Lösch), mit Theerpech gemischt, werden in der Goudronerie der Gasanstalt in der Vilette Briquets hergestellt, welche die pariser Gasanstalten auf besonders hierzu construirten Rosten zur Heizung ihrer vielen Dampfkessel vorzugsweise verfeuern.

In genannter Goudronerie wird ausserdem der Theer aller pariser Gaswerke in leichte und schwere Theeröle und in Pech geschieden und dann weiter auf Benzol, Phenol, Naphtalin, Anthracen etc. verarbeitet. Die Dampfmaschinen und Dampfkessel für diesen Fabricationszweig haben eine Gesamtleistungs-Fähigkeit von 400 Pferdekräften.

Die weitere Verarbeitung der Theerproducte auf Farben wird von der pariser Gasgesellschaft nicht selbst betrieben, doch hatte sie in ihrem Pavillon auf dem Marsfelde die ganze Reihe der daraus erzeugten Producte in etwa hundert Farben-Nuancen ausgestellt.

Ebenso ausgedehnt wie die Verarbeitung des Theers wird diejenige des Ammoniakwassers auf den Gaswerken in der Villette, zu Vaugirard und zu Saint Mandé betrieben, theils auf Gewinnung von Salmiakgeist, theils auf Darstellung von schwefelsaurem Ammoniak.

Wie schon erwähnt sorgen 10 Anstalten für den Gasbedarf in der Stadt Paris. Dieselben producirten im letzten Jahre etwa 200 Millionen Cubikmeter Gas. Die Maximal-Production in 24 Stunden betrug nahezu 1 Million Cubikmeter (970,000).

Die Gasanstalt zu Ivry allein hat eine Maximalproduction von 280,000 Cubikmetern in 24 Stunden, gleich 42 Procent der ganzen Jahresproduction zu St. Gallen.

Die Gesamt-Jahresproduction der 10 pariser Gasanstalten wäre mithin das 300fache derjenigen unserer hiesigen Fabrik. Auf den Kopf der Bevölkerung — diejenige von Paris zu 2 Millionen, diejenige von St. Gallen zu 18,000 Einwohnern angenommen — ausgerechnet, treffen dort 100, hier 37,5 Cubikmeter im Jahr.

Die Gasanstalt zu Ivry producirt zur Zeit der längsten

Nächte in dreimal 24 Stunden mehr Gas als unsere Gasanstalt im ganzen Jahr.

Ich gehe zu meinem zweiten Thema über.

Weit mehr als alle die genannten Einrichtungen, als alle Gasanstalten, alle Gasbeleuchtungs-Apparate, als alle Gasilluminationen auf Plätzen und in Vergnügungslöcalen mussten aber für diesmal in der Ausstellung, wie auch in der Stadt Paris, die Schaulstellungen des elektrischen Lichtes, wie dessen practische Verwendung zu verschiedenen Beleuchtungszwecken interessiren.

Noch nirgends war bis anhin so umfassend Gelegenheit geboten, diese augenblicklich so viel von sich reden machende Art der Beleuchtung durch Anschauung kennen zu lernen und im Détail zu studiren wie in Paris während der Ausstellungszeit des Jahres 1878.

Ich will nun versuchen, nach dem, was ich in Paris zu sehen und zu beobachten Gelegenheit fand, sowie nach den Mittheilungen neuerer Fachblätter und Fachschriften, deren später noch Erwähnung geschehen wird, ein Bild vom Stande der elektrischen Beleuchtung, von den jüngsten Fortschritten, welche auf diesem Felde gemacht wurden, in möglichster Kürze und allgemein fasslicher Weise zu entwerfen und schliesslich die Vorzüge von Gasbeleuchtung und elektrischer Beleuchtung gegeneinander zu vergleichen.

Es sind in Paris auf Strassen und Plätzen, in Bahnhöfen, Fabriken und öffentlichen Unterhaltungs-Localen etwa 300 elektrische Lampen in regelmässigem Gebrauche, doch wird voraussichtlich die Stadt Paris die elektrische Beleuchtung von Plätzen und Strassen nach Schluss der

Ausstellung theilweise wieder aufgeben, theilweise wohl noch behufs weiterer Versuche und Erfahrungen eine Zeit lang belassen.

Die Avenue de l'Opéra, die Plätze vor der grossen Oper und vor dem Théâtre français werden jetzt durch 48 elektrische Lampen während etwa sechs Stunden des Abends beleuchtet. Den übrigen Theil der Nacht bedient man sich zur öffentlichen Beleuchtung ausschliesslich des Gases.

Ferner sind elektrische Lampen in Thätigkeit vor dem Palais du Corps Législatif, beim Arc de Triomphe, vor dem Théâtre du Châtelet, im Grand Hôtel du Louvre, in den Magazins du Louvre, in der Güterhalle des Bahnhofes Saint-Lazare, in der Orangerie des Tuileriengartens und im Hippodrome.

Der erste Eindruck, welchen man erhält, wenn man bei nächtlicher Beleuchtung, etwa von den Boulevards kommend, die Place de l'Opéra betritt, oder wenn man, auf dem Balcon der Opéra stehend, die ganze Avenue de l'Opéra bis zum Théâtre français übersieht, — eine Strecke von etwas mehr als einem Kilometer (1020 m.) — ist ein allerdings überraschender, und ich muss gestehen, dass mir, als Gasfachmann, ein Gefühl der Bangigkeit im ersten Augenblicke nicht fern blieb. Glücklicherweise gibt sich dies bei längerer Betrachtung wieder, wie man sich ja in Paris an so Manches recht bald gewöhnt, was einem als sanctgaller Provincialkind anfänglich so neu und ungewohnt vorkommt. Die Beruhigung in Bezug auf das elektrische Licht wurde aber bei mir eine nachhaltige, als ich mir die Sache genauer besah, so zu sagen bei Licht betrachtete.

Trotz der dämpfenden Opalkugeln, mit welchen die elektrischen Lichter umgeben sind, schmerzten mich bei

längerer Betrachtung die Augen lebhaft. Die aussergewöhnliche Helle des Lichtes ist hieran nicht schuld, wohl aber die fortwährende Unruhe in diesem Lichte, ein bald Heller- bald Dunklerwerden, ein Flimmern und Zittern, ein zeitweises Sprühen und dann ein steter Wechsel in der Farbe des Lichtes, bald mehr blau, bald mehr violett. Es ist natürlich, dass ein Licht, in welchem die gelben, dem Auge wohlthuenden Strahlen nur sehr wenig vertreten sind, in welchem gegentheils die blauen Strahlen so sehr vorwiegen, dem menschlichen Auge nicht besonders angenehm sein kann. Dieser Uebelstand macht sich selbstverständlich bei der öffentlichen Beleuchtung weniger fühlbar als in geschlossenen Räumen, wo man oft kaum vermeiden kann, direct in's Licht zu sehen.

Schon zu Anfang dieses Jahrhunderts kannte man das elektrische Licht, man wusste, dass zwischen zwei Kohlen spitzen, wenn dieselben als Elektroden einen kräftigen galvanischen Strom schliessen, eine Reihe glänzend heller Funken überströmen. Man nannte diese Lichterscheinung den Volta'schen Bogen, weil sie zum ersten Male mittelst Volta'scher Elemente dargestellt wurde. Es geschah dies im Jahre 1813 durch *Davy* mittelst 2000 einfacher galvanischer Elemente.

Nimmt man statt der beiden Kohlenspitzen ein dünnes Kohlenstäbchen oder einen Platindraht zum Schliessen des galvanischen Stromes, so werden diese, wenn der Strom kräftig genug ist, in Weissglühhitze versetzt. Der erzielte Lichteffect ist hierbei aber ein bedeutend geringerer als bei der Bildung des Volta'schen Bogens.

Das durch Glühen einer Kohle oder eines Drahtes erzeugte Licht nennt man Incandescenzlicht.

Im Jahre 1850 wurde ich zum erstenmal mit elek-

trischem Lichte näher bekannt, als man zur Aufführung der Meyerbeer'schen Oper „Der Prophet“ einen Sonnenaufgang darzustellen sich bemühte. Ich war als damaliger Gewerbschüler mit zweien meiner Commilitonen zur Bedienung des aus Paris bezogenen Sonnenapparates gebeten worden. Dieser Apparat bestand aus der eigentlichen elektrischen Lampe mit Regulator und aus einer Batterie von 45 Zink-Kohlen-Elementen.

Die Lampe war eine Foucault'sche, bei welcher die Regulirung durch einen Elektromagneten bewirkt wurde, der je nach dem Wechsel in der Stromstärke einen Anker anzog oder nicht anzog. Der Anker wirkte mittelst eines Schaltwerkes auf Zahnstangen, welche die Kohlenstifte trugen. Dieser Mechanismus functionirte ziemlich, aber doch nicht ganz zuverlässig; die Batterie erforderte zur Instandhaltung viel Zeit und Mühe. Nach jedesmaligem Gebrauche mussten sämtliche Zinkcylinder frisch amalgamirt werden, die Bügel, welche an den Kohlencylindern befestigt waren, wurden häufig los, kurz die Bedienung war eine sehr umständliche und äusserst kostspielige; aber das Licht war brillant, es gab so helle und verursachte so tiefschwarze Schlagschatten, dass Coulissen-, Rampen- und Soffitten-Beleuchtung verstärkt werden mussten, um diese Schatten nur einigermaßen zu mildern.

Das waren vor achtundzwanzig Jahren meine ersten Studien auf dem Felde der elektrischen Beleuchtung; nun hatte ich in Paris Gelegenheit, an dieselben wieder anzuknüpfen.

Die Kohlenstifte, welche man als Elektroden verwendet, werden jetzt meistens aus Graphit dargestellt, welcher in Steinkohlen-Gaswerken an den inneren Wandungen der Retorten sich ansetzt.

Das Verfahren der Herstellung dieser Kohlenstifte ist ein ziemlich langwieriges, deshalb sind dieselben auch immer noch verhältnissmässig theuer. Es ist natürlich von hoher Wichtigkeit, die Kohlenstäbchen möglichst homogen herzustellen; es gelingt dies jedoch selten in vollkommener Weise und ist hieraus theilweise das unruhige und unregelmässige Brennen der elektrischen Lampen zu erklären. Die beiden Kohlenspitzen, zwischen welchen sich der Lichtbogen bildet, brennen nach und nach ab (etwa 90 bis 130 mm. ihrer Länge in 1 Stunde), das Abbrennen geschieht aber nicht gleichmässig an beiden Polen; denn am positiven Pol ist die Abnutzung etwa doppelt so gross als am negativen Pol. Dem entsprechend muss natürlich die Regulirvorrichtung für die Kohlenspitzen sein, so dass das Licht seine Höhestellung nicht ändert. Der von *Serrin* im Jahre 1859 construirte selbstthätige Regulator wird bis heute für den besten solcher Apparate gehalten; derselbe hat bis jetzt die ausgebreitetste Verwendung gefunden.

So lange die Erzeugung des elektrischen Stromes mittelst einer Batterie aus Bunsen'schen Elementen geschah, konnte man, aus schon weiter oben näher angeführten Gründen, an eine weitere Verwendung des elektrischen Lichtes als zu Theater-Effecten nicht, oder nur in Ausnahmefällen, denken.

Erst als *Pixii* seine elektromagnetische Maschine, welche dann von *Niaudet* verbessert wurde, erfunden hatte, als man gelernt hatte, mittelst dieser Maschinen einen elektrischen Strom auf mechanischem Wege zu erzeugen, trat das elektrische Beleuchtungs-Verfahren in eine practischere Phase.

Die Erfindung von *Pixii* stammt aus dem Jahre 1832; aber erst in den Fünfziger-Jahren war man auf diesem

Felde so weit vorgeschritten, dass eine Verwendung von magneto-elektrischen Maschinen zu Beleuchtungszwecken stattfand. Die Maschine, welche man nun anwendete, war die allgemein unter dem Namen „Alliance-Maschine“ bekannte. Ihr Erfinder war *Nollet*, Professor an der Militär-Academie in Brüssel. Verbessert wurde die Maschine wesentlich durch *Van Malderen* und ausgeführt wurde dieselbe in den Werkstätten der Gesellschaft *l'Alliance*.

Die Leuchtthürme von la Hève, von Gris-Nez bei Calais, von Kronstadt, Odessa etc. erhielten Alliance-Maschinen.

Indem ich noch der Maschinen von *Wilde* und *Ladd* (beide aus England) erwähne, welche, für Wechselströme eingerichtet, auf der pariser Ausstellung im Jahre 1867 besondere Aufmerksamkeit erregten, komme ich bei den neuesten Constructionen an, denen von *Siemens* in Berlin und von *Gramme* in Paris. Die Maschinen des letztgenannten Erfinders sind jetzt die am meisten verbreiteten und sind auch in Paris zur öffentlichen Beleuchtung und zur Beleuchtung von Localen fast ausschliesslich verwendet.

Eine Beschreibung dieser Maschinen unterlasse ich hier als zu weit führend. Ich erwähne nur, dass diese Lichtmaschinen auf das Princip der Inductions-Ströme basiren, dass man diese Inductions-Ströme erzeugt, indem man einen starken Magneten dicht unter dem Eisenkerne von Inductions-Spulen rasch rotiren lässt, — die auf solche Art angeordneten Maschinen heissen desshalb *magneto-elektrische Maschinen* — oder indem Inductions-Ströme ohne Anwendung von Stahlmagneten durch Rotation eines Cylinder-Inductors zwischen den Schenkeln eines starken Elektro-Magneten erzeugt werden, wobei der stets in einem weichen Eisenkerne nach Aufhören der Rotation remanente

Magnetismus bei wieder erfolgender Drehung den Impuls zur Erzeugung neuer Inductions-Ströme gibt. Weil nun das Princip der auf diese Weise construirten Maschinen in der Umwandlung oder Umsetzung von mechanischer Arbeit in Magnetismus oder in elektrische Ströme beruht, haben dieselben den Namen *dynamo-elektrische* oder auch *dynamo-magnetische Maschinen* erhalten.

Der Erfinder dieses Principis ist Dr. Werner Siemens in Berlin.

Die Maschinen von Gramme sind nach dem dynamo-elektrischen System gebaut, wie die Siemens'schen. Während jedoch bei diesen den wesentlichsten Bestandtheil eine ihrer Länge nach mit isolirten Kupferdrähten umwickelte und mit einem weichen Eisenkerne versehene Trommel bildet, ist es bei den Gramme'schen Maschinen ein Ring aus weichem Eisen mit den auf denselben gewickelten Spulen, welcher die Stelle der Trommel der Siemens'schen Maschinen einnimmt.

Sowohl Siemens'sche als Gramme'sche Maschinen waren zwar schon 1873 in Wien ausgestellt, wurden aber erst in weiteren Kreisen bekannt, als im Jahre 1875 in der Giesserei von Heilmann, Ducommun und Steinlein in Mülhausen im Elsass die elektrische Beleuchtung mittelst 4 Lampen nach System Serrin und 4 Gramme'scher Maschinen eingeführt wurde.

1876 wurden in Paris die Hallen des Nordbahnhofes mittelst Gramme'scher Maschinen und Serrin'scher Lampen beleuchtet.

Im gleichen Jahre erfand der russische Genie-Officier *Paul Jablochkoff* eine Art, die Kohlen-Elektroden anzuordnen, welche die Anwendung von Regulatoren überflüssig machte.

Diese Jablochhoff'sche Erfindung erregte allgemein das grösste Interesse. Die Ausstellung in Paris bot die beste Gelegenheit, diese Erfindung, welche nun unter dem Namen der Jablochhoff'schen Kerze (Bougie Jablochhoff) allgemein bekannt ist, in ihrer practischen Anwendung zu studiren.

Dieselbe besteht aus zwei senkrecht neben einander gestellten Kohlenstäbchen, welche durch eine nichtleitende, schwerschmelzende Schicht, wie Porzellan¹⁾, getrennt sind. Dieser combinirte Stab, oder diese Kerze, wie sie nun genannt wird, ist an ihrem unteren Ende in Metall so gefasst, dass das eine Kohlenstäbchen mit dem positiven, das andere Kohlenstäbchen mit dem negativen Pole des von der magneto-elektrischen Maschine kommenden Stromes verbunden wird. Die beiden Kohlenstifte sind an ihrem oberen Ende etwas zugespitzt und durch ein nur 1 Millimeter dickes Graphitstäbchen, das durch einen Papierstreifen gehalten wird, in leitende Verbindung gebracht. Sobald der Strom in die Kohlen eingelassen wird, verbrennt das Graphitstäbchen, an dessen Stelle sich der Lichtbogen dann bildet. Die Kohlen brennen dabei langsam ab und schmelzen die sie trennende Isolirschicht.

Damit die Kerzen gleichmässig abbrennen, müssen, wenn die beiden Kohlenstäbchen gleich dick sind, Wechselströme angewandt werden. Bei gleichgerichteten Strömen muss das mit dem positiven Pol in Verbindung stehende Stäbchen einen ungefähr doppelt so grossen Querschnitt erhalten als das andere.

Die Anzahl der von einer Lichtmaschine erzeugten

¹⁾ Neuerdings verwendet man statt des Porzellans Gips und schwefelsauren Baryt.

gleichgerichteten oder Wechsel-Ströme ist in der Secunde eine sehr grosse, so dass eine Unterbrechung der Lichterscheinung des Volta'schen Bogens unserm Auge nicht wahrnehmbar ist. Wenn eine Gramme'sche Lichtmaschine zum Beispiel 8 Inductions-Spulen hat und 600 Umdrehungen in der Minute macht, so wird in 1 Secunde 160maliger Polwechsel entstehen.

Die Kerzen haben in der Regel eine Länge von 200 bis 225 Millimeter bei etwa 4 Millimeter Durchmesser. Die Brenndauer einer solchen Kerze hängt natürlich von der Stärke des Lichtes, d. h. von der Stromstärke ab, wie auch in einem gewissen Grade von der Natur der isolirenden Zwischenlage. Die Jablochkoff'schen Kerzen, welche ich in Paris zu sehen Gelegenheit hatte, genügten für ein und eine halbe Stunde. Damit aber bei einer abendlichen Beleuchtungsdauer von 6 Stunden eine Unterbrechung nicht stattfand, war jede elektrische Strassenlampe mit 4 Kerzen versehen, von welchen je nach Verlauf von $1\frac{1}{2}$ Stunden eine andere in den Strom eingeschaltet wurde. Eine Vorrichtung zum automatischen Umschalten hat sich bis jetzt nicht bewährt, es geschieht desshalb das Umschalten von Hand mit Hilfe eines Commutators. So sah ich in Paris des Abends in der Avenue de l'Opéra einen Arbeiter die Runde bei allen Candelabern machen, welche elektrische Lampen tragen, am Fusse eines jeden Candelabers ein Thürchen öffnen und innerhalb desselben mit der Hand eine Bewegung ausführen. Das Umstellen, beziehungsweise das Einschalten einer neuen Kerze geht so rasch von statten, dass das Auge am Lichte kaum eine Veränderung wahrnimmt.

Die Jablochkoff'schen Kerzen haben ausser dem Uebelstande des ziemlich raschen Abbrennens den grossen Nach-

theil, dass sie, wenn einmal durch irgend eine Störung verlöschend, nur dadurch wieder in Thätigkeit gesetzt werden können, dass man durch Auflegen eines Graphitstäbchens die oberen Enden der Kohlen-Elektroden wieder in leitende Verbindung mit einander bringt.

Bis jetzt war die Zahl der Verlöschungen bei den in Paris eingerichteten öffentlichen elektrischen Lampen noch immer eine verhältnissmässig grosse. Nach amtlichen Aufzeichnungen betragen dieselben auf der Place de l'Opéra, der Avenue de l'Opéra und der Place du Théâtre français an zusammen 48 elektrischen Lampen, bei Anwendung der Jablochkoff'schen Kerzen und dreier Gramme'scher Maschinen, deren jede durch eine Dampfmaschine von 16 Pferdekräften getrieben wurde:

Am					Anzahl der Verlöschungen.		
1. Octbr.	1	mal.	Verlöschen	an	4	Lichtern	4
2. "	6	"	"	"	29	"	174
7. "	1	"	"	"	4	"	4
16. "	1	"	"	"	4	"	4
18. "	1	"	"	"	3	"	3
19. "	1	"	"	"	8	"	8
23. "	1	"	"	"	2	"	2
27. "	1	"	"	"	4	"	4
28. "	1	"	"	"	8	"	8
29. "	3	"	"	"	2	"	6
1. Novbr.	1	"	"	"	4	"	4
5. "	1	"	"	"	4	"	4
7. "	3	"	"	"	12	"	36
8. "	1	"	"	"	3	"	3
9. "	1	"	"	"	4	"	4
10. "	5	"	"	"	4	"	20
11. "	3	"	"	"	11	"	33
12. "	1	"	"	"	3	"	3
Total: 33 mal. Verlöschen an					113	Lichtern	
					mit zusammen		324

Verlöschungen in einem Zeitraum von 43 Tagen! Das ist im Durchschnitt 7 bis 8 verlöschte Laternen an einem Abend.

Die Dauer der Verlöschungen variierte von 1 bis 45 Minuten.

Um die elektrische Beleuchtung für andere Zwecke brauchbar zu machen, um ihr namentlich auch Eingang zu verschaffen in kleinere geschlossene Räume, ist es nöthig, ein Mittel zu erfinden, das elektrische Licht zu theilen.

Wenn man unter *Theilbarkeit des elektrischen Lichtes* nur die Möglichkeit versteht, von einer magneto-elektrischen Maschine aus mehrere elektrische Lichter erzeugen zu können, so darf dieses Problem vorläufig als gelöst betrachtet werden.

Die Gramme'schen Maschinen werden jetzt so construirt, dass auf einer Maschine sich 4 verschiedene Spulen-Systeme befinden, von welchen 4 verschiedene Leitungen ausgehen, d. h. von vier Partialströmen aus ein und derselben stromerzeugenden Lichtmaschine abgeleitet werden. Jeder Strom ist imstande, 4 Jablochkoff'sche Kerzen zur Lichtentwicklung zu bringen, so dass also eine Gramme'sche Maschine für 16 elektrische Lampen genügt.

Wenn man aber unter Theilbarkeit des elektrischen Lichtes die Erzeugung einer grösseren Anzahl schwächerer Lichtquellen von der Stärke einer oder einiger Gasflammen durch ein und denselben elektrischen Strom versteht, so ist die Frage zur Zeit als nicht gelöst zu betrachten, man kann sogar annehmen, dass man bezüglich der Lösung dieses Problems jetzt noch nicht viel weiter ist als vor etwa 30 Jahren.

Alle seitherigen Versuche, schwache Lichtquellen

durch einen elektrischen Strom zu erzeugen, gehen von dem Gedanken aus, dies durch Incandescenz zu erreichen.

Das erste Patent für eine derartige Lampe wurde im Jahre 1845 in England einem Erfinder Namens *King* ertheilt. *King* bediente sich feiner Stäbchen aus Retortenkohle, welche er zum Weissglühen durch den elektrischen Strom brachte.

Aehnliche Vorrichtungen wurden noch einige patentirt in den nächstfolgenden Jahren, wobei verschieden präparirte Kohle oder Platin oder Iridium den dünnen Leiter, welcher in's Weissglühen versetzt wurde, bildete; aber keine dieser Erfindungen vermochte sich Eingang zu practischer Verwendung zu bahnen.

Besser ergieng es auch nicht der Erfindung des russischen Physikers *Lodyguine*, welcher von der Academie der Wissenschaften in Petersburg im Jahre 1874 ein grosser Preis zuerkannt wurde.

Eine von *Konn* aus St. Petersburg construirte Lampe wurde 1875 patentirt. Seit etwa zwei Jahren werden bei einem Kaufmanne, Namens *Floret*, in St. Petersburg drei dieser Lampen verwendet. Zum Betrieb derselben dient eine Alliance-Maschine. Auch die Anwendung dieser Lampe fand keine weitere Verbreitung, ebensowenig diejenige, welche der russische Officier *Bouliguine* construirte.

Sämmtliche Erfinder umgaben ihre Lampen mit Glasglocken, welche möglichst luftleer gemacht wurden; man füllte dieselben auch wohl mit Stickstoff, um das Verbrennen der Kohlenstäbchen oder Metallblättchen zu verhindern. Dieser Zweck wird jedoch nicht vollkommen erreicht. Die Kohlen oder das Metall verdampfen doch nach und nach, und man begreift, wie umständlich für den practischen Gebrauch es sein muss, frische Kohlenstäbchen

oder Metallblättchen einzulegen und dabei jedesmal die Glocke wieder luftleer zu machen oder mit Stickstoff zu füllen.

Man sieht wohl, dass es mit der elektrischen Beleuchtung durch Incandescenz seine enormen Schwierigkeiten hat, wenn man mehr als interessante physicalische Versuche damit beabsichtigt.

So lagen nun ungefähr die Verhältnisse, als im September 1878 der transatlantische Telegraph die Nachricht brachte, der berühmte Erfinder *Edison* habe die Frage der Theilbarkeit des elektrischen Lichtes gelöst. Das elektrische Licht werde nun binnen Kurzem die Gasbeleuchtung verdrängen, man werde im Stande sein, elektrische Lampen zu construiren, welche die gleiche Lichtstärke entwickeln wie eine Gasflamme, man werde der Elektrizität zum Kochen und Heizen sich bedienen können; dabei werde die Einrichtung eine noch viel einfachere sein, ein Drehen an einem Hebel, und das Licht sei da, wieder ein Drehen, und das Licht sei gelöscht, der Gebrauch von Zündhölzern werde ganz überflüssig.

Die nächste Wirkung dieser Sensations-Nachricht war die, dass Gasactien, namentlich in England, bedeutend an Werth verloren. Seitdem man jedoch erfahren, dass die für Gasactienbesitzer so beunruhigende Nachricht zum grössten Theil von Zeitungsschreibern und Börsenspeculanten erfunden war, hat man sich wieder beruhigt, und der Curs der Gasactien hat sich wieder mehr gebessert, so dass schon bei Beginn des Jahres 1879 die Gasactien in England nahezu zu den gleichen Preisen wieder notirt wurden, wie etwa vor einem Jahr.

Alles, was man bis heute über diese neueste Erfindung

Edison's weiss, ist, dass derselbe eingekommen ist um ein Patent für:

„A method of, and means for, developing electric currents, and lighting by electricity.“

That's all! Mehr wissen wir nicht, und müssen wir nun zuwarten, bis das Patent ertheilt ist, bis wir uns durch den Augenschein darüber belehren können, was unter dieser Methode, unter diesen Vorrichtungen zur Erzeugung von elektrischen Strömen und von elektrischem Lichte zu verstehen ist.

Sollte, nachdem von etwa 270 Erfindungen, welche sich Edison patentiren liess, nur höchstens ein halbes Dutzend einen finanziellen Erfolg errangen, seine neueste Erfindung wirklich die Frage der Theilbarkeit des elektrischen Lichtes auf eine practische Art lösen, so bleibt es doch noch sehr fraglich, ob damit die Gesetze über die Leitung der elektrischen Ströme, wie wir sie bis heute kennen, sich über den Haufen werfen lassen.

Ein galvanischer oder Inductions-Strom, welcher z. B. 2 elektrische Lampen von je 360 Kerzen Leuchtkraft, von zusammen also 720 Kerzen, versieht, ergibt, auf 10 Lampen vertheilt, nur Lichter von 40 Kerzen Helle, zusammen also nur 400 Kerzen. Demnach sind $44\frac{1}{2}$ Procent der Stromstärke durch Theilung verloren gegangen.

Aehnliche Erfahrungen wurden bei Beleuchtung durch Incandescenz gemacht.

H. Fontaine in Paris, bekannt durch seine Arbeiten auf dem Felde der elektrischen Beleuchtung, erzeugte mit einer Batterie von 48 Elementen durch Glühendmachen eines Platinstreifens ein Licht von der Stärke von 40 Gasbrennern. Als der gleiche Strom auf zwei Lampen vertheilt wurde, gab jede derselben nur noch ein Licht von

3 bis 5 Gasbrennern, d. i. eine Abnahme von 75 Procent der Stromwirkung nur durch Zweitheilung! Auf drei elektrische Lampen vertheilt, vermochte der gleiche Strom die Platinstreifen nur auf eine Helle zu bringen, welche etwa dem vierten Theile der Lichtstärke einer Gasflamme gleichkam. —

Wenn ich mich nun frage, welche Rolle die elektrische Beleuchtung nach ihrem dermaligen Stande gegenüber der Gasbeleuchtung wird spielen können, so muss ich mir zuerst darüber Klarheit zu verschaffen suchen, ob der elektrische Strom den gleichen Zwecken wie das Leuchtgas zu dienen geeignet ist, und wenn dies der Fall, ob die Vortheile und Annehmlichkeiten, die bequeme Handhabung einer Gaseinrichtung von einer Einrichtung für elektrisches Licht erreicht und übertroffen werden.

Diese Frage in allen Theilen erschöpfend beantworten zu wollen, würde den Rahmen meines Berichtes zu sehr überschreiten; ich muss mich desshalb auf das Hauptsächlichste zu beschränken suchen. Endgiltig über die Sache kann ja doch so lange nicht abgesprochen werden, als noch keine verlässlichen Angaben über die Kosten der elektrischen Beleuchtung vorliegen.

Das Gas dient uns zur öffentlichen Beleuchtung, zur Beleuchtung unserer Versammlungs-Localen, unserer Wohnungen, Bureaux und Werkstätten, es dient uns, oder kann uns doch dienen, zum Kochen, zum Heizen, es dient uns schliesslich als bequeme motorische Kraft.

Von der Gasanstalt aus verzweigen sich die Röhren in der ganzen Stadt. Die Röhren können so gross angelegt sein, dass sie wachsendem Bedürfnisse auf Jahre hinaus genügen. Ueberall, wo es verlangt wird und wann

es verlangt wird, kann man die Hauptröhren anbohren und Zweigleitungen erstellen, neue Gasconsumenten treten ein, ohne dass den seitherigen ein Nachtheil erwüchse. Jeder Gasconsument kann innerhalb gewisser Grenzen die Anzahl seiner Gasflammen vermehren lassen, seine Nachbarn werden davon nichts spüren. Zu jeder Nacht-, zu jeder Tageszeit kann der Gasabonnet ganz nach Belieben Gas für seine Zwecke entnehmen, er kann viele oder wenige Gasflammen zu gleicher Zeit anzünden, er kann jede einzelne Flamme jederzeit nach Bedürfniss reguliren. Er braucht von all' diesem dem Gaswerke keine Anzeige zu erstatten, dasselbe liefert ihm unbeschränkt, was ihm zu brauchen beliebt, vorausgesetzt nur, dass er zu Ende eines jeden Monats regelmässig das von ihm consumirte Gas bezahle.

Die Berechnung des Consums basirt auf die Angaben eines genauen Messinstrumentes (wenigstens innerhalb gewisser Grenzen genau), des Gasmessers, welcher auch keiner Nachhülfe bedarf, seine Functionen auszuüben. Einerlei ob viel oder wenig Gas gebraucht wird, er registriert, und wird kein Gas gebraucht, so steht er von selbst still.

Vom Gaswerke selbst ist der Gasconsument insofern ganz unabhängig, als Betriebsstörungen dorten von ihm nicht gespürt werden. Tritt eine solche ein, muss ein Ofen abgestellt werden, versteckt sich irgend eine Röhre — und alle derartigen Ereignisse belästigen den Gasproduzenten viel häufiger, als die verehrlichen Herren Consumenten sich das träumen lassen — so merkt eben der Gasconsument nichts davon; zwischen ihm und den Apparaten, in welchen das Gas erzeugt wird, liegen grosse Magazine, die Gasbehälter, welche für ihn immer geöffnet sind; stockt

momentan die Gaserzeugung, die Gasabgabe braucht deshalb nicht sistirt zu werden.

Wie werden nun bei Einführung der elektrischen Beleuchtung diese Verhältnisse sich gestalten?

Angenommen, es erweise sich als zweckmässig, die gesammte öffentliche Beleuchtung einer Stadt mittelst elektrischen Lichtes zu bewirken, angenommen, die elektrische Beleuchtung vermöge sich Eingang in unsere Geschäftslocale und Wohnungen zu verschaffen, so wird man doch von vornherein darauf verzichten müssen, den elektrischen Strom für Heiz- und Kochzwecke zu verwenden, sich desselben, Ausnahmefälle abgerechnet, als treibender Kraft zu mechanischer Arbeitsleistung zu bedienen.

Was die Verwendung zu Heizzwecken betrifft, sollte man wohl denken, es müsse eine Naturkraft, welche sich unter Entwicklung einer ganz colossalen Hitze unsern Sinnen bemerkbar macht, leicht zur Erwärmung eines Locales sich verwendbar machen lassen. Dem ist jedoch nicht so. Die Hitze, welche durch den elektrischen Strom erzeugt wird, wenn sich zwischen zwei Kohlenspitzen der Volta'sche Lichtbogen bildet, wird zwar auf etwa 1500 Grade geschätzt; diese hohe Temperatur ist aber nahezu auf einen Punkt concentrirt, um daselbst im Verlauf einer Stunde etwa 30 bis 35 Gramm Kohle zu verbrennen. Wo soll nun da die Wärme zum Heizen und Kochen hergenommen werden? Auf die Höhe der Temperatur kommt es hierbei doch nicht allein an, sondern auf die Menge der entwickelten Wärme-Einheiten, auf die Grösse der Heizfläche.

Die Anwendung des elektrischen Stromes zur mechanischen Krafftleistung wird eine allgemeine nicht werden können. Abgesehen von der Schwierigkeit der Leitung

von starken elektrischen Strömen auf grössere Distanzen ist der Kraftverlust bei Uebertragung der rotirenden Bewegung von einer magneto-elektrischen Maschine auf eine zweite ein ganz enormer.

Durch Versuche, welche man in Paris anstellte, wurde ermittelt, dass eine Gramme'sche Maschine, welche durch eine Pferdekraft getrieben wurde, eine zweite entfernt stehende Maschine nur zu einer Kraftentwicklung von einer halben Pferdekraft brachte. Ein anderer Versuch ergab, dass eine andere Maschine, von 5 Pferdekraften getrieben, nur eine Kraft von 2,3 Pferdekraften auf die zweite Maschine zu übertragen vermochte. Es fand dabei also ein Kraftverlust von 54 Procent statt. Dieser Verlust rührt her von den Reibungs-Widerständen, vom Widerstand der Leitung und von der doppelten Umsetzung der Kräfte. Eine Anwendung des elektrischen Stromes zur Kraftübertragung wird demnach nur in Ausnahmefällen sich empfehlen, z. B. da, wo Wasserkraft zur Verfügung steht, aber auch hier nur bei verhältnissmässig kürzeren Entfernungen; denn es lässt sich doch unzweifelhaft erwarten, dass, wenn die Entfernung grösser wird, auch die Kraftverluste noch viel bedeutender sein werden.

Es würde mithin die Elektrizität nur auf dem Felde der Beleuchtung mit dem Gase in Concurrrenz treten.

Wie wir bereits gesehen haben, muss die Uebertragung des elektrischen Stromes auf geringere Distanzen beschränkt bleiben. Es gilt dies natürlich auch für die Einrichtung von elektrischer Beleuchtung. Nach den Gesetzen über die Leitung elektrischer Ströme ist der Leitungswiderstand der Länge des Leitungsdrahtes direct proportional, dem Querschnitt des Drahtes umgekehrt proportional. Man muss also, um eine gewisse Stromstärke auf einen

Punkt zu übertragen, der doppelt so weit von der magneto-elektrischen Maschine entfernt ist als ein anderer, dem Leitungsdrahte den 1,4fachen Durchmesser geben, bei einer dreimal so weiten Entfernung den 1,7fachen Durchmesser u. s. f.

Bei Versuchen, welche vom englischen Handelsamt (Board of Trade) vom Januar bis April 1877 am South-Foreland angestellt wurden, gingen auf 427 Meter Entfernung bei Siemens'schen Maschinen 24 bis 35 p. Ct., bei einer Alliance-Maschine 69 p. Ct. und bei Holmes-Maschinen 66 bis 76,5 p. Ct. an Lichtstärke verloren.

Nehmen wir als die äusserste zulässige Entfernung für Beleuchtungszwecke 500 bis 600 Meter an, so bedürfte ein Städtchen, wie St. Gallen, schon 5 bis 6 Central-Stationen, von welchen aus der elektrische Strom den jetzigen Gasbeleuchtungs-Rayon beherrschen könnte.

Nehmen wir nun an, es liesse sich durchführen, in unserer Stadt je 50 Gasflammen durch eine elektrische Lampe zu ersetzen, so würden etwa 280 elektrische Lampen für St. Gallen mit zusammen 14,000 Gasflammen genügen. Zu deren Betrieb würden, niedrig gerechnet, die 5 oder 6 Dampfmaschinen ein Arbeitsvermögen von zusammen 300 Pferdekraften entwickeln müssen.

Das Beleuchtungsbedürfniss einer Stadt und ihrer Bewohner wechselt mit jeder Nachtstunde, ist ein anderes in jedem Monat, wie es auch tägliche Schwankungen in ein und derselben Woche bis zu 50 p. Ct. aufweist.

Wie soll es nun möglich sein, zu jeder Zeit das im Voraus gar nicht bestimmbare Mass an Elektrizität zu entwickeln? Ist der Strom zu stark, wohin mit dem Ueberschuss, ist er zu schwach, wie ist es dann möglich, dass alle elektrischen Lampen versehen werden, oder wenn der Strom

noch eine jede erreicht, wie wird es dann mit der Lichtstärke gehen?

Wird dann durch irgend einen Zwischenfall der Betrieb auf einer Centralstelle auch nur momentan unterbrochen, so verlöschen im gleichen Augenblick sämtliche elektrische Lampen des betreffenden Rayon's. Da ist keine Vorrathskammer vorhanden, in welcher Elektrizität aufgespeichert des Augenblickes harret, wo man ihrer bedarf.

Und wie soll nun den einzelnen Abonnenten der Verbrauch an Elektrizität bemessen und verrechnet werden? Soll das nach Stunden geschehen, soll der Abonnent sich verpflichten, nur zu gewissen festgesetzten Stunden seiner elektrischen Beleuchtungs-Einrichtung sich zu bedienen? Oder, gibt man den Gedanken von centralen Elektrizitäts-Bereitungs-Anstalten auf, wird sich jeder Beleuchtungsbedürftige oder auch nur etwa jeder Hausbesitzer dazu entschliessen können, eine Dampfmaschine mit Dampfkessel oder einen Gasmotor aufzustellen?

Wo bleiben nun die früher geschilderten Annehmlichkeiten für die Abonnenten?

Man kann einwenden, dass bei Gasbeleuchtung auch nicht Alles so glatt sich abwickle. Bald fehle es an einem Brenner, bald springe ein Lampenglas, friere die Gasleitung zu, versage der Gasmesser seinen Dienst und so weiter.

Richtig; aber will man glauben, es blieben überhaupt bei elektrischer Beleuchtung so kleine Zwischenfälle gänzlich aus? Ist es nicht wahrscheinlicher, dass bei einer Beleuchtungsweise, welche so vieler und theilweise sehr complicirter, subtiler mechanischer Vorrichtungen bedarf, noch viel mehr Veranlassung zu kleinen Störungen gegeben sei?

Nun noch einige Worte über öffentliche Beleuchtung.

Ich erlaube mir, auf dieses Thema eingehend, eine

Stelle aus einem erst kürzlich erschienenen Werke zu citiren. Dasselbe ist: „Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen, ihre Entwicklung, Construction und praktische Anwendung, dargestellt von Dr. H. Schellen, Director der Realschule zu Köln, 1879.“

Pag. 254 heisst es daselbst:

„Da es bei der öffentlichen Beleuchtung hauptsächlich auf die allseitige Verbreitung einer gleichmässigen Helligkeit ankommt, so kann das elektrische Kohlenlicht diesen Zweck nicht erfüllen, weil es das Licht in einem Punkte concentrirt und von diesem Punkt aus die Helligkeit nach allen Richtungen hin mit dem Quadrate der Entfernung, also sehr rasch, abnimmt. Die Anwendbarkeit des elektrischen Lichtes für die Zwecke der öffentlichen Beleuchtung ist daher an die Bedingung geknüpft, dass man die Kraft einer Batterie oder einer stromgebenden Maschine zu zertheilen oder zu vertheilen verstehe, und zwar so, dass an verschiedenen Stellen des zu beleuchtenden Raumes eine Reihe einzelner Lichter von geringerer Stärke entstehe.“ —

Ich will nun versuchen, an einem Beispiele klar zu machen, wie die elektrische Beleuchtung einer Strasse sich gegenüber der Gasbeleuchtung als ungünstig erweist.

Ich wähle zu meinem Beispiele eine gerade Strasse von 500 Metern Länge. Es gibt solche Strassen auch in St. Gallen, aber nicht viele. Nach unserer hiesigen Laternen-Eintheilung würden im günstigsten Falle 30 Gaslaternen auf dieser Strecke stehen, welche stündlich für 1 Franken und 20 Cent. Gas verbrauchen. Ein elektrisches Licht von 50 Gasflammen Lichtstärke kostete in Paris Fr. 1. 75 (jetzt nur noch Fr. 1. 25).

Wollte man nun in einer solchen Strasse die Gas-

beleuchtung durch elektrische Beleuchtung ersetzen und zwar so, dass bei der neuen Beleuchtung keine Stelle der Strasse schlechter beleuchtet sein würde, als es bei Benutzung des Gaslichtes der Fall war, so müssten 4 bis 5 elektrische Lampen aufgestellt werden, welche nach obigem Preis von Fr. 1. 25 in der Stunde Fr. 6. 25, oder nach den neuesten Offerten der Compagnie d'Électricité für die Stadt Paris zu 60 Cent. in der Stunde Fr. 3 kosten würden.

Stellen wir in der gleichen Strasse 50 Gascandelaber mit je einer Flamme auf, so bedürfen wir zu deren Ersatz in oben ausgesprochenem Sinne 7 elektrische Lampen.

Wir haben also das einermal als Aequivalent von 30 Gasflammen eine elektrische Beleuchtung von 200 bis 250 Gasflammen Lichtstärke, das andremal als Aequivalent von 50 Gasflammen 7 elektrische Lampen mit zusammen 350 Gasflammen Leuchtkraft.

Es ist hierdurch klar gemacht, dass zu einer Einführung des elektrischen Lichtes zur Strassenbeleuchtung die Möglichkeit gehört, dieses Licht zertheilen zu können.

Die neuesten Vorschläge, welche die Compagnie d'Électricité der Stadt Paris gemacht, gehen dahin, auf 3 Jahre zu einem Preis von 60 Centimes in der Stunde 171 elektrische Foyers in folgenden Strassen und auf folgenden Plätzen aufzustellen und durch dieselben von Tagesneige bis um Mitternacht zu beleuchten: Place und Avenue de l'Opéra, Place du Théâtre français, Boulevard de la Madeleine, Boulevard des Capucines et des Italiens, Rue Vivienne, Place de la Bourse, Rue du 4 Septembre, Rue de la Paix und Place Vendôme. Die jährlichen Kosten für diese Beleuchtung würden für die Stadt Paris Fr. 212,080. 80 betragen. Da das Gas zur seitherigen Beleuchtung der genannten Plätze

und Strassen in der gleichen Zeitdauer nur Fr. 34,347. 54 kostete, so würde der Stadt Paris eine jährliche Mehrausgabe von Fr. 177,733. 26 aus diesen Versuchen erwachsen.

Der Conseil municipal von Paris ist auf diesen Vorschlag der Compagnie d'Électricité nicht eingetreten, sondern hat auf den Bericht einer für diese Angelegenheit bestellten Commission hin den Seine-Präfecten autorisirt, mit der Compagnie d'Électricité einen Vertrag auf 1 Jahr abzuschliessen, wonach die elektrische Beleuchtung bis Mitternacht in der Avenue und Place de l'Opéra und der Place du Théâtre français mit 62 Foyers, der Place de la Bastille mit 15 und einem Pavillon der Halles centrales mit 5 bis 6 Foyers einzurichten wäre. Für Foyer und Brennstunde sollen 30 Centimes vergütet werden. Die Jahreskosten dieser elektrischen Beleuchtung würden hiernach für 83 Foyers auf Fr. 34,044. 48 zu stehen kommen.

Im Falle der Annahme dieses Vorschlages wird die Pariser Gasgesellschaft im gleichen Jahre Versuche mit einer vermehrten und verbesserten Gasbeleuchtung anstellen und zwar mit 15 Gaslaternen zu 8 Flammen in der Rue du 4 Septembre, mit 19 Candelabern zu 8 und 58 zu 4 Flammen auf der Place du Château d'Eau und mit 20 Laternen zu 8 Flammen in einem Pavillon der Halles centrales. Die Jahreskosten für diese 664 Gasflammen werden nach den jetzt geltenden Preisen Fr. 13,002. 39 betragen.

Es bleibt nun abzuwarten, ob die Compagnie d'Électricité auf diesen Vorschlag eingehen wird und, wenn dies geschieht, zu wessen Gunsten dieser practische Vergleich ausfallen wird.

Behaupten will ich nun aber keineswegs, dass nicht

einmal die elektrische Beleuchtung sich werde allgemeiner einführen lassen, dass zukünftig nicht die Gasbeleuchtung, theilweise wenigstens, durch das elektrische Licht könne verdrängt werden, aber ebenso wenig vermag ich einzusehen, dass ein Grund für Gasactien-Besitzer vorliege, sich vor Erfindungen, welche erst noch zu machen sind, zu fürchten.

Mache man die Mittel ausfindig, die Versorgung einer Stadt mit Elektrizität zu centralisiren, erfinde man ein Mittel, auf billige Weise den elektrischen Strom so zu zertheilen, dass wir durch denselben uns Lichtquellen von 15 bis 25 Stearinkerzen Leuchtkraft herstellen können, gebe man Mittel und Wege an, Elektrizität in Vorrath zu beliebiger späterer Abgabe zu bereiten, so dass das Functioniren eines elektrischen Beleuchtungsapparates nicht mehr von der regelmässigen Drehung complicirter mechanischer Vorrichtungen abhängt, erfinde man schliesslich noch einen Elektrizitäts-Messer, der so zuverlässig wie ein Gasmesser den Consum an Elektrizität automatisch registriert, erdenke man alles dies, so dass es praktisch für alle Verhältnisse, grosse wie kleine, kann ausgeführt werden, so will ich in der elektrischen Beleuchtung eine ernstliche Concurrentin für Gasanstalten erblicken; bis dahin jedoch wird die Anwendung des elektrischen Lichtes sich nur auf Ausnahmefälle beschränken. Zu Luxusbeleuchtungen, zu sogenannten Illuminationen, wird das elektrische Licht uns über kurz oder lang unentbehrlich erscheinen, dasselbe wird uns für die Leuchthürme, für nächtliche Bauten, für Kriegszwecke, in Bergwerken dienen, vielleicht in einigen industriellen Etablissements dauernde Verwendung finden, zur Beleuchtung einzelner Bahnhöfe und Hallen dem Gaslichte vielleicht vorgezogen werden, aber seine allgemeine

Einführung steht doch noch in weitem Felde, und selbst wenn heute Alles, was noch zu seiner practischen Einführung erfunden werden muss, fertig erfunden vor uns läge, so würden doch immer noch viele Jahre vergehen, bis die Erfindung Gemeingut Aller geworden wäre.

Zum Schlusse gestatte ich mir noch, aus verschiedenen wissenschaftlichen Werken und periodischen Fachschriften das Urtheil Sachverständiger in Beziehung auf elektrische Beleuchtung — wenn ich so mich ausdrücken darf — „contra Gas“ anzuführen.

In der „*Revue industrielle*“ sagt *H. Fontaine* gelegentlich einer Besprechung der Nachricht über Edison's Erfindung:

„Es ist möglich, dass Edison dahin kommt, einen Apparat zu construiren, der eine beliebige Theilung des elektrischen Stromes gestattet und eine grosse Zahl einzelner Lichter mit einer einzigen Maschine herzustellen erlaubt, wie das von Chanzy vor 20 Jahren geschehen ist; allein wir halten nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft eine *ökonomische* Theilung des elektrischen Lichtes für unmöglich. So lange man ein Foyer von 500 becs oder ein Viertel dieser Lichtstärke erzeugt und ausnutzt, wird man eine Ersparniss gegenüber dem Gas erzielen. Selbst bei 50 becs Carcel¹⁾ werden noch einige Vortheile auf der Seite des elektrischen Lichtes sein. Mindert man aber die Lichtstärke der elektrischen Foyers auf 20 und 10 becs Carcel herab, so kommt das Gas billiger zu stehen. Es ist eine unbestreitbare Thatsache, dass, je mehr man das elektrische Licht vertheilt und die Lichtstärken der einzelnen Foyers vermindert, um so mehr

¹⁾ 1 Bec Carcel = 7,1 deutsche Normal-Paraffinkerzen.

die für die Lichteinheit aufzuwendende Arbeit und Betriebskosten steigen. Wir glauben mehr als irgend Jemand an die Zukunft der elektrischen Beleuchtung, aber wir sind auch der Ueberzeugung, dass die neue Beleuchtungsmethode den Gasverbrauch nicht hemmen und die Gasindustrie nicht schädigen wird.“ —

Dr. H. Schellen äussert sich in seinem schon citirten Werke, wie folgt (pag. 313):

„Man hat den magnet- und dynamo-elektrischen Grossmaschinen noch andere weite Perspective für die Zukunft eröffnet, man hat von der einen Seite die Hoffnung, von der anderen die Befürchtung ausgesprochen, die elektrische Beleuchtung werde bald als gefährliche Concurrentin der Gasbeleuchtung auftreten. In der That sanken in England für kurze Zeit die Actien der Gas-Compagnien, als man daselbst die ersten Versuche mit den neu erfundenen elektrischen Kerzen von Jablochkoff öffentlich vorführte. Wir sind nicht jener Ansicht, glauben vielmehr, dass das elektrische Licht und das Gaslicht eher dazu bestimmt sind, sich zu ergänzen, als sich zu ersetzen. Die Versuche von *Tresca* u. A. zeigen unwiderleglich, dass nur die Anwendung starker elektrischer Ströme Vortheile bietet, dass dagegen bei schwachen Strömen, mögen sie als solche direct aus den Maschinen abgeleitet oder durch Stromverzweigung erhalten werden, namentlich bei Einschaltung langer Leitungen zwischen Maschine und Lampe, die als Aequivalent der aufgewandten Arbeit zum Vorschein kommende Lichtstärke rasch abnimmt. Nur in besonderen Fällen erringt die elektrische Beleuchtung den Sieg über die Gasbeleuchtung; diese Fälle sind allerdings schon keine Ausnahmefälle mehr, sie haben sich in der kurzen Zeit, die seit dem Baue der ersten dynamo-elektrischen Gross-

Maschine verflossen ist, zahlreich vermehrt und sie vermehren sich noch immer; Niemand kann ferner wissen, welche Geheimnisse noch im Schoosse des erst eben erschlossenen Gebietes ruhen und wie bald neue Erfindungen folgen werden, welche zu einer weiteren practischen Verwendung des elektrischen Lichtes führen können; aber es ist noch ein sehr weiter Weg bis zur Verdrängung des so allgemein verbreiteten und so bequem überall hinzuleitenden Leuchtgases. Jedes Licht, selbst das einer Kerze und einer Oellampe, hat seinen eigenen Zweck und erfüllt seine Bestimmung; auch die elektrische Beleuchtung hat ihr besonderes Terrain, und für gewisse Zwecke, welche ihrer Natur nach einer Lichtquelle ersten Ranges bedürfen, bietet sie Vortheile, gegen welche keine andere Beleuchtungsart aufkomme kann.“

Bei Gelegenheit von Versuchen zur Einführung des elektrischen Lichtes im Reichstags-Gebäude zu Berlin, welche jedoch nicht dazu führten, daselbst die Gasbeleuchtung zu verdrängen, sprach sich *Dr. Siemens* folgendermassen aus:

„Mit der Verbreitung der elektrischen Beleuchtung wird der Gasverbrauch nicht abnehmen, sondern sich vermehren; die Gasbeleuchtungs-Gesellschaften werden aber gezwungen werden, weisseres Licht herzustellen.“

Es mag hier bemerkt werden, dass der bekannte Constructeur für Gasapparate, *William Sugg* in London, seit Kurzem Gasbrenner herstellt, welche eine Helle bis zu 50 und sogar 200 Spermaceti-Kerzen geben.

Sugg's neue London-Argandbrenner brauchen mit 2 conc. Ringen zu 80 Sperm.-Kerzen Helle 538 lit. Gas stündlich.

„ 3	„	„	„	100	„	„	„	651	„	„	„
„ 4	„	„	„	200	„	„	„	1274	„	„	„

Im deutschen *Journal für Gasbeleuchtung* heisst es

(1878 pag. 562) in einem Aufsätze über elektrische Beleuchtung unter Anderem:

„Bedenkt man, dass eine grössere Stadt etwa 10,000 elektrische Lampen brauchen würde, dass dazu Motoren von zusammen wenigstens 10,000 Pferdestärken und vielleicht 1000 Lichtmaschinen mit ihrer Unzahl von Leitungsdrähten erforderlich wären, dass diese ganze Maschinerie von Privaten unterhalten und betrieben werden sollte, so erscheint es geradezu lächerlich, an die Möglichkeit glauben zu wollen, dass die elektrische Beleuchtung je im Stande sein könnte, das Gas bei der gewöhnlichen Privatbeleuchtung zu verdrängen, auch wenn man dazu kommen würde, sie noch weit billiger herzustellen, als es gegenwärtig möglich ist.“

Im *Journal de l'éclairage au gaz* vom 5. December 1878 finden wir pag. 357 folgende Stelle:

„Die Gas-Actionäre mögen sich beruhigen; auf dem Punkte, auf welchem heute die technische Wissenschaft in Beziehung auf die elektrische Beleuchtung steht, haben sie nichts zu fürchten, und augenblicklich scheint keine Gefahr zu drohen, welche ihre Interessen für die nächste oder für eine entferntere Zukunft berühren könnte.“

In der englischen Zeitschrift „*The Nature*“ lesen wir:

„Mögen die Directoren der Gasanstalten ihr Möglichstes thun, um das Gas zu vervollkommen, sie können sicher sein, dass Gas immer ein Bedürfniss bleiben wird; eine Theilung des elektrischen Stromes über gewisse Grenzen hinaus ist eine Unmöglichkeit. Indessen wird aber, wenn das concentrirte elektrische Licht Verwendung findet, dessen brillante Helle nach und nach einem allgemeineren Bedürfnisse nach besserer Beleuchtung rufen, und man wird dann mehr Gas als je gebrauchen. —“

Seitdem ich das Ihnen Mitgetheilte aufgeschrieben, ist nun Nachricht über die angekündigte neueste Erfindung *Edison's*, welche so grosse Panik unter den Gasactionären hervorrief, eingetroffen. Der Examiner des Patentamtes in Washington hat *Edison's* Patent-Anmeldung auf ein theilbares elektrisches Licht zurückgewiesen, weil bereits im Jahre 1845 ein *John W. Starr* von Cincinnati ein dem *Edison'schen* völlig analoges Verfahren in America und England patentiren liess.

Hieraus ergibt sich, dass *Edison* die Beleuchtung durch Incandescenz in's Auge gefasst hatte. Es würde ihm dann wol ergangen sein, wie Anderen schon vor 30 Jahren, welche durch Glühendmachen eines Platinstreifens auch ein prachtvolles Licht erzeugten, wobei jedoch jedesmal, wenn das Licht am schönsten strahlte, das Platin zum Schmelzen kam.

Hiermit erlaube ich mir meinen Vortrag zu schliessen, welcher keinen Anspruch als wissenschaftliche Arbeit erheben kann, dessen Zweck es lediglich sein sollte, einige Thatsachen zu der in letzter Zeit so vielfach ventilirten Frage der elektrischen Beleuchtung an Stelle der Gasbeleuchtung Ihnen vorzuführen und einigen eigenen Erwägungen in dieser Hinsicht Raum zu geben.