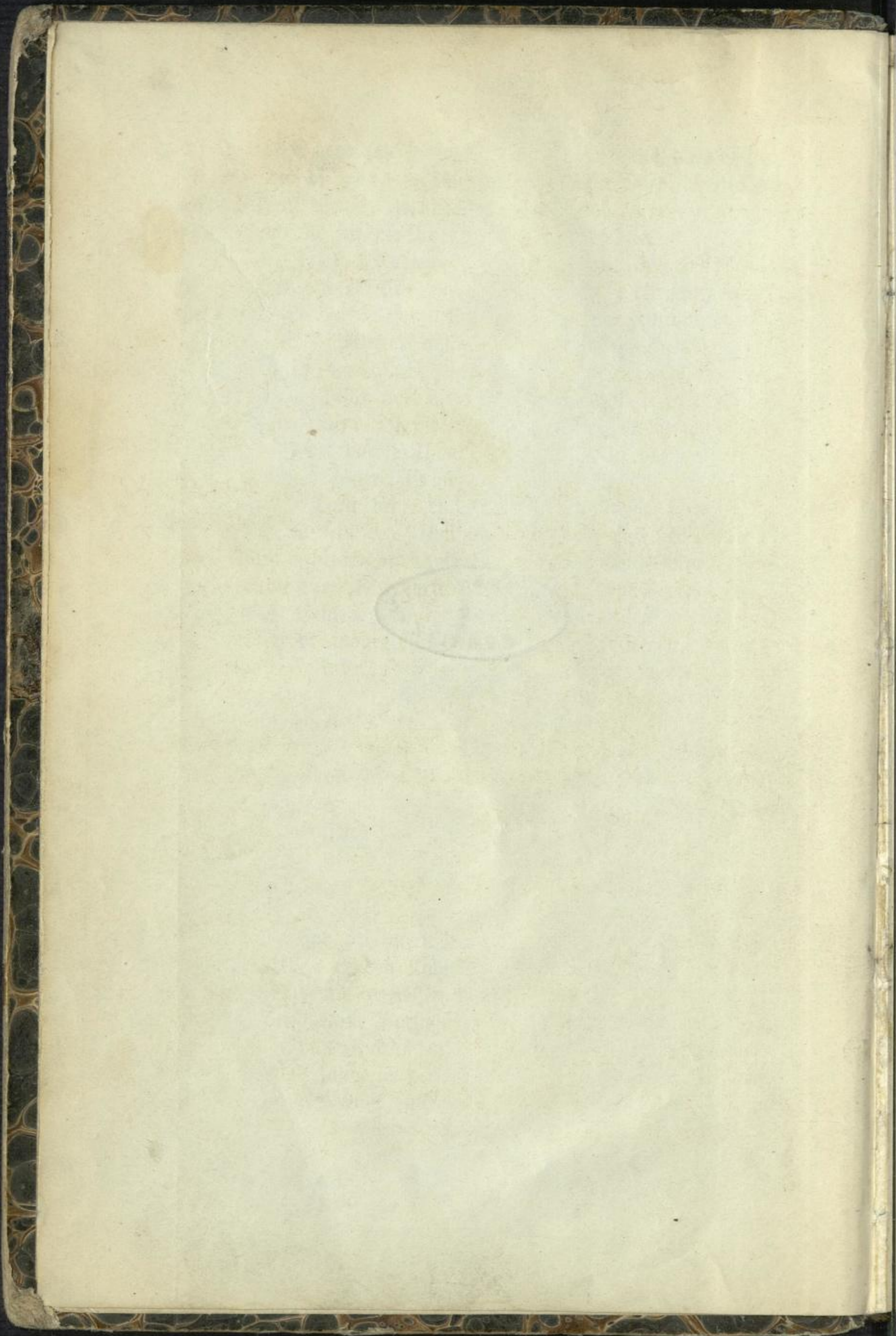


629.

D.
121.

GENIE-SCHULE
ZU
* CHEMNITZ *



Das
elektrische Licht.

Erläuternde und kritische Besprechung

seiner


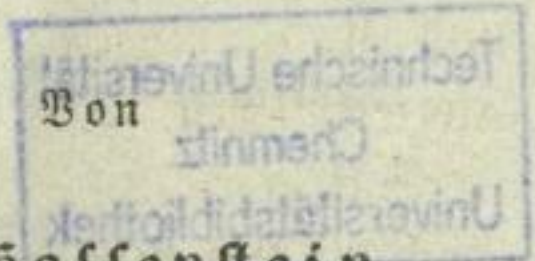
Benutzung zur Beleuchtung

von

Straßen, Plätzen, Rheden, Seehäfen, Canälen, Schiffen;
für Bühnen, Leuchtthürme, Eisenbahnen, Grubenarbeiten,
Arbeiten unter dem Wasser, zum Fischfang und für sonstige
theils practische, theils wissenschaftliche Zwecke.

Mit

Beschreibung der dazu erforderlichen Apparate und der neuesten
Regulatoren zur Erhaltung eines ganz gleichmäßigen Lichtes.



C. G. Hassenstein,
Professor in Gotha.

Mit 15 Tafeln, enthaltend 69 erläuternde Abbildungen.

Weimar, 1859.

Berlag, Druck und Lithographie von Bernh. Friedr. Voigt.

Handwritten title, likely 'Handbuch der ...' (mirrored bleed-through from the reverse side)

Handwritten subtitle or author information, likely 'von ...' (mirrored bleed-through)

Handwritten text, possibly a preface or introductory paragraph, mentioning 'Handbuch der ...' (mirrored bleed-through)



Handwritten text, possibly a date or location, mentioning 'Leipzig' (mirrored bleed-through)

Technische Universität
Chemnitz
Universitätsbibliothek

WA

DA

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or date (mirrored bleed-through)

Dem

Durchlauchtigsten Fürsten und Herrn

Herrn

Günther Friedrich Carl II.

regierendem Fürsten zu Schwarzburg-Sondershausen, Grafen zu
Hohnstein, Herrn zu Arnstadt, Sondershausen, Lautenberg und
Blankenburg, Ritter des St. Hubertusordens &c. &c.

dem hohen Beschützer

von

Wissenschaft und Kunst

unterthänigst gewidmet

von



Verfasser.

1813

Verständigen Nutzen und Gern

Gern

Wäntzer Friedrich Carl M.

Verständigen Nutzen und Gern
Verständigen Nutzen und Gern
Verständigen Nutzen und Gern

dem hohen Befehl

1813

Wäntzer Friedrich Carl M.

Verständigen Nutzen und Gern



Verständigen Nutzen und Gern

V o r w o r t.

Je weiter die Cultur den Tag über seine natürlichen Grenzen auszudehnen nöthigte, je mehr das Bedürfniß einer längeren Arbeitszeit, nicht minder Genußsucht möglichsten Ersatz des Tageslichtes für die Stunden der Nacht wünschenswerth erscheinen ließ, um so rascher ist man in der Vervollkommnung unserer künstlichen Beleuchtungsmittel, namentlich durch Hülfe der Chemie, vorgeschritten und hat sich besonders in den drei letzten Decennien die wesentlichsten Vortheile zu sichern gewußt. Die ungeheure Verschiedenheit der ältesten, einfachsten und der durch die Wissenschaft der Neuzeit zu so hoher Vollenbung geförderten Beleuchtungsweise kennen zu lernen, bietet uns Spanien auf kleinem Districte Gelegenheit. Dort finden wir in Bilbao, einer Stadt in der Baskischen Provinz Biscaya, die Gas-

beleuchtung in ihrer glänzendsten Wirkung und in nicht großer Entfernung in den Hochthälern der Pyrenäen den brennenden Kienspan als einziges Beleuchtungsmittel. —

Bei allen Bestrebungen nach Verbesserung der Beleuchtungsmittel hatte man sich das doppelte Ziel gesetzt, die Lichtstärke zu erhöhen und den Kostenpreis herabzusetzen. Wie schon erwähnt, hat die Chemie wesentlich zur Lösung der dahin zielenden Fragen beigetragen, indem sie theils vorhandene Beleuchtungsmittel bedeutend verbessern lehrte, ich erinnere nur an die Reinigung des Deles, theils neue auffand, die mehr oder weniger den zu machenden Anforderungen genügten, wie das Camphin, Photogène, Stearin und Paraffin; den großartigsten Fortschritt hat aber die Chemie durch Bereitung der Leuchtgase und fortwährende Verbesserung derselben vermittelt. Die größte Verbreitung fanden, ohne auch bis jetzt verdrängt zu sein, die Kohlenwasserstoffe, aus Harz, Del, Holz, Steinkohlen &c. gewonnen, während das sogenannte Solarlicht, von dem englischen Ingenieur-Lieutenant Drummond zuerst angewendet, trotz seiner ungemainen Intensität keinen allgemeinen Eingang finden konnte. Die Kosten desselben sind zu hoch und so hat es sich nur noch in Benutzung für das Hydro-Drygengas-Mikroskop erhalten. — Hatte man mit Einführung der Gasbeleuchtung dem Bedürfnisse eines intensiven und billigen Lichtes ungleich mehr genügt, als durch die früheren Beleuchtungsmittel; so hätte man denken sollen, es sei damit ein für lange Zeit genügendes Ziel erreicht. Doch auch hier gab es

noch Mängel, auch hier blieb noch zu wünschen und das ließ den Forschergeist nicht zur Ruhe kommen. Der elektrische Funke ist es schon seit längerer Zeit, auf den man seine Aufmerksamkeit richtete und zahlreich sind die Versuche, ihn unter unsere Beleuchtungsmittel einzureihen oder vielmehr ihn an die Spitze derselben zu stellen. Sind nun auch von den ersten Versuchen bis zu den jetzt erlangten Resultaten unlängbar außerordentliche Fortschritte gemacht worden und läßt sich danach die Möglichkeit nicht bestreiten, daß wir in früherer oder späterer Zeit das elektrische Licht in allgemeiner Benutzung sehen werden und zwar zunächst wohl da, wo man ein Licht von größerer Tragweite, als die der bisherigen Beleuchtungsmittel braucht, so sind doch noch wesentliche Schwierigkeiten, namentlich in Beziehung auf billigere Herstellung, zu überwinden. Bekannt zu machen mit dem jetzigen Stande der Frage über die practische Verwendbarkeit des elektrischen Lichtes, mit dem, was errungen worden und was noch zu beseitigen, ehe man das erreichte Ziel ein zur allgemeineren Verwendung ermuthigendes nennen kann, ist Zweck dieses Schriftchens, welches den ersten Anstoß seiner Entstehung durch die französische Brochüre: *Nouveau Système d'éclairage électrique de M. M. I. Lacassagne et R. Thiers de Lyon*, erschienen 1857 bei Ballay et Conchon, Paris und Lyon, erhalten hat. Auch das in dieser Brochüre angepriesene, angebliche neue System trägt immer noch, trotz unleugbarer Verbesserungen, das Gepräge der Mangelhaftigkeit für den Sachkenner so deutlich an sich,

daß man die dort ausgesprochenen Hoffnungen und Erwartungen, wenn nicht in Schwindelgeist, so nur in dem sanguinischen Temperament des Franzosen wurzelnd finden kann.

Wöge es gelingen, daß eine klare, unparteiische Darstellung der Sachlage den Leser auf den richtigen Standpunct der Beurtheilung des mit Wahrscheinlichkeit zu Erwartenden und der fortwährend angepriesenen Schwindeleien stellt.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.]

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	1
Die verschiedenen Methoden zur Hervorrufung der Electricität	2
Die verschiedenen elektrischen Apparate für diesen Zweck	3
Die Einrichtung der Apparate, zur Erzeugung kräftiger elektrischer Ströme	11
Die Zink-Kupfer-Batterie	—
Die Zink-Platin-Batterie	15
Callan's Batterie	—
Smee's Batterie.	16
Die Zink-Kohlen- oder Bunsen'sche Batterie	—
Bergant's verbesserte Zink-Kohlen-Batterie	18
Dfann's verbesserte Zink-Kohlen-Batterie	23
Die Zink-Eisen-Batterie	30
Die Batterien mit einer Flüssigkeit von Callan	34
Die chromatische Batterie	38
Die trockene Batterie von Lacassagne und Thiers	39
Die Verwendung anderer Flüssigkeiten als Salpetersäure	44
Die verschiedene Art der Verbindung der einzelnen Elemente zu einer Batterie	45
Die magneto-elektrischen Apparate zur Erzeugung elektrischer Ströme	46

	Seite
Von den Apparaten zur Hervorbringung eines gleichmäßigen elektrischen Lichtes	49
Der Apparat von Seidmacher	50
Der Apparat von Stöhrer	54
Der Apparat von Watson	56
Der Apparat von Staite	58
Der Apparat von Allmann	65
Vorrichtung von Allmann zur Regulirung des Zu- und Abflusses der Flüssigkeiten in den Zellen der Batterie	71
Apparat von le Molt	72
Die elektrische Lampe von Foucault und Duboscq	73
Der Apparat von Deleuil	75
Die photo-elektrische Lampe von Lacassagne und Thiers	77
Der elektrometrische Regulator von Lacassagne und Thiers	83
Der Reostat von Lacassagne und Thiers	87
Der Regulator von Duboscq und Marcan's	99
Die Vorrichtung zur Theilung des elektrischen Stromes von de Changy	101
Das elektrische Licht	103
Das durch die Reibungselektricität erhaltene Licht	103
Das durch Contactelektricität erhaltene Licht	106
Der Inductionsapparat und die an ihm beobachteten Lichterscheinungen	107
Der Ruhmkorff'sche Inductionsapparat	—
Das geschichtete elektrische Licht, durch den Inductionsapparat erhalten	112
Das geschichtete elektrische Licht durch die Reibungselektricität	114
Das elektrische Kohlenlicht, der Flammenbogen	116
Die Lichtstärke des elektrischen Kohlenlichtes nach Casselmann's Versuchen	119
Die Lichtstärke desselben nach Fizeau und Foucault	121
Das Farbenspectrum des elektrischen Kohlenlichtes	126
Die magnetische Wirkung des elektrischen Kohlenlichtes	—
Die chemische Wirksamkeit desselben	—
Die Anwendungen des elektrischen Lichtes	—
- Zur Beleuchtung von Straßen und Plätzen	127
Versuch in Gotha von dem Verfasser	128
Von Jacobi und Argeraud in Petersburg	—
Von Lacassagne und Thiers in Paris und Lyon	130
Urtheil über die Anwendbarkeit des elektrischen Kohlenlichtes zur Beleuchtung von Becquerel	136

	Seite
Kostenberechnung von demselben	138
Bemerkungen dazu von Lacassagne und Thiers	140
Kostenberechnung von Lacassagne und Thiers	144
Berechnung von Grove	151
Berechnung von Regnault	152
Anwendung des elektrischen Lichtes zur Grubenbeleuchtung	—
Versuche von Boussingault	153
Versuche von de la Rive	154
Versuche von Grove	155
Versuche von Ring	159
Anwendung des elektrischen Lichtes auf Eisenbahnen	162
Benutzung des electrischen Lichtes am Bord der Schiffe	163
Benutzung desselben für die Schifffahrt überhaupt	—
Versuche, welche nach dieser Richtung hin von Lacassagne und Thiers in Toulon angestellt wurden	164
Benutzung des elektrischen Lichtes für Leuchtthürme und zur Beleuchtung der Seehäfen	166
Benutzung des elektrischen Lichtes bei Arbeiten unter dem Wasser und für die Taucherglocke	172
Benutzung beim Fischfang	—
Anwendung des elektrischen Lichtes auf Bühnen	173
Benutzung des elektrischen Lichtes für die Photographie	—
Benutzung des elektrischen Lichtes für Nebelbilderapparate und Darstellung von Chromatropen	176
Benutzung des elektrischen Lichtes zur Beleuchtung mikroskopischer Objecte	—
Beschreibung eines hierzu construirten Apparates von Donné u. Foucault	177
Schlußwort	192

Erklärung der Tafeln.

			Seite
Taf. I,	Fig. 1.	Jacobi's Zink-Kupfer-Batterie	11
"	" 2.	Grove's Zink-Platin-Element	15
"	" 3.	Ein einzelnes Platinblech	—
"	" 4.	Ein Bunsen'sches Zink-Kohlen-Element	16
"	" 5.	Ein Zink-Kohlen-Element nach Stöhrer's Einrichtung	17
Taf. II,	Fig. 6.	Ein Zink-Eisen-Element	31
"	" 7.	Ein einzelnes Eisenstück	—
"	" 8.	Querschnitt desselben	—
"	" 9.	Zink-Eisenbatterie von drei Elementen	—
"	" 10.	Elementen-Verbindung von acht Elementen zu einer Linienbatterie	45
Taf. III,	Fig. 11.	Elementen-Verbindung von acht Elementen zu vier Elementen von doppelter Oberfläche	—
" II,	" 12.	Elementen-Verbindung von acht Elementen zu zwei Elementen von einfacher Oberfläche	—
" III,	" 13.	Elementen-Verbindung von acht Elementen zu einem Element von achtfacher Oberfläche	—
"	" 14.	Seidmacher's Apparat zur Erzeugung eines constanten elektrischen Kohlenlichtes	51
" II,	" 15.	Ansicht der Kohlentträger von Borne	—
" III,	" 16.	Zink-Eisenbatterie von acht Elementen	52
" II,	" 17.	Abbildung des Hohlspiegels zum Seidmacher'schen Apparat	54

			Seite
Taf. V,	Fig. 18.	Stöhrer's Apparat zur Erzeugung eines constanten elektrischen Sonnenlichtes	54
"	" 19.	Derselbe Apparat von Vorne gesehen, mit Weglassung des Hohlspiegels	—
" IV,	" 20.	Watson's Apparat zu gleichem Zweck	56
"	" 21.	Elektrische Lampe von Foucault und Duboscq	73
" V,	" 22.	} Abbildung des Apparates zur Erzeugung eines constanten elektrischen Lichtes v. Deleuil	75
"	" 23.		
"	" 24.		
" VI,	" 25.	Darstellung der elektrischen Entladung des Conductors einer starken Reibungs-Elektrirmaschine	103
"	" 26.	Elektrische Erscheinung im luftverdünnten Raume. Elektrisches Ei	104
"	" 27.	Elektrische Lichtausströmung aus dem Conductor einer Elektrirmaschine	—
"	" 28.	Elektrische Lichterscheinung bei elektrischen Entladungen durch einen dünnen Metalldraht	—
"	" 29.	Der Neeff'sche Inductionsapparat	107
" VII,	" 30.	Der untere Theil desselben Apparates mit dem elektrischen Hammer	—
"	" 31.	Der Ruhmkorff'sche Inductionsapparat, von Stöhrer verbessert	110
" VIII,	" 32.	Die Erscheinung des geschichteten elektrischen Lichtes im luftverdünnten Raume eines Luftpumpen-Recipienten	113
"	" 33.	Boggen dorff's Apparat zum Beweis, daß das geschichtete elektrische Licht mit Unterbrechungen verbunden ist	114
"	" 34.	Darstellung des geschichteten elektrischen Lichtes in einer Geißler'schen Röhre	116
" IX,	" 35.	Dieselbe Darstellung in einer Glasröhre in anderer Form	—
"	" 36.	Der elektrische Kohlen-Lichtbogen	126
" X,	" 37.	Der magneto-elektrische Apparat von Stöhrer	46
"	" 38.	Der Commutator an diesem Apparat, besonders abgebildet	—
" VIII,	" 39.	} D'fann's verbesserte Zink-Kohlenbatterie	23
"	" 40.		
"	" 41.		
"	" 42.		
"	" 43.		
" XII,	" 44.	Apparat zur constanten Beleuchtung durch elektrisches Kohlenlicht von Staitte	58
" XI,	" 45.	Derselbe Apparat im senkrechten Durchschnitte	—
"	" 46.	Derselbe in einem Querschnitt	—
" X,	" 47.	Ein Theil des Apparates, besonders abgebildet	62

Taf. XIII, Fig. 48.	. . .		
" 49.	. . .	} Allmann's Apparate zur constanten Beleuchtung mittelst elektrischen Kohlenlichtes	65
" 50.	. . .		
" 51.	. . .		
" 52.	. . .		
" 53.	. . .		
" 54.	. . .		
" 55.	. . .		
" 56.	. . .		
" 57.	. . .		
" 58.	. . .		
Taf. IX, " 59.	Kohlenscheibchen zu Le Moit's Apparat zur constanten elektrischen Beleuchtung		72
" 60.	. . .	} Bright's Apparat zu gleichem Zweck	—
" 61.	. . .		
" XV, " 62.	Mikroskopischer Apparat von Donné u. Foucault zur objectiven Darstellung von Gegenständen, welche durch elektrisches Kohlenlicht beleuchtet werden		182
" XIV, " 63.	Der optische Theil des Donné-Foucault'schen Apparates, Vorderansicht		—
" XV, " 64.	Senkrechter Durchschnitt desselben Apparates		—
" XII, " 65.	Querdurchschnitt desselben Apparates auf der Linie AB, der Längendurchschnitt Fig. 64		—
" XIV, " 66.	Senkrechter Durchschnitt des zu demselben Apparat gehörigen Hohlspiegels		—
" 67.	Das Objectivglas und die Zusammenstellung der achromatischen Linse zu demselben Mikroskope		—
" XV, " 68.	King's Apparat zur Beleuchtung bei Grubenarbeiten, im Durchschnitt dargestellt		160
" 69.	Derselbe Apparat in etwas veränderter Construction		161

Das elektrische Licht und seine Anwendung.

I. Einleitung.

Das elektrische Licht hat von der Zeit an, wo Wall im Jahre 1708 zuerst den elektrischen Funken beobachtete, bis auf die neueste Zeit, in welcher man es zu einer nie geahneten Leuchtkraft steigerte, die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Für das größere Publicum gewann es aber erst dann Interesse, als die Wissenschaft dahin gelangt war, mit jenem Licht das Dunkel der Nacht zu vertreiben und Tageshelle zu verbreiten. Erst von da an bemächtigte sich die Praxis des Gegenstandes und man suchte mit allem Eifer nach den Mitteln, durch das elektrische Licht ein Problem zu lösen, für dessen Lösung schon die bedeutendsten Techniker gewirkt haben. Kaum hat auch wohl ein Gegenstand mehr allgemeines Interesse als die Beleuchtung unserer Wohnstätten; die zahllosen, verschiedenen Vorrichtungen, welche für diesen Zweck erfunden wurden, sprechen am Deutlichsten dafür. Als man das elektrische Licht in seiner höchsten Intensität kennen lernte, zweifelte man nicht mehr daran, daß durch seine Anwendung Alles erreicht werden könnte, was man wünschte. Unsere Tagesblätter

Hassenstein, elektrisches Licht.

erzählten mehrfach von angeblich vollkommen gelungenen Versuchen, bei denen das elektrische Licht zur Beleuchtung der Straßen oder großer Plätze verwendet worden war. Nach jenen Mittheilungen waren stets alle Schwierigkeiten überwunden und der Anwendung im Großen stand nichts mehr im Wege. Wir werden später sehen, daß dieß nicht der Fall ist, daß wir aber begründete Hoffnung haben, das ersehnte Ziel zu erreichen.

Bevor wir zu einer näheren Betrachtung der Natur des elektrischen Lichtes und der zu seiner Hervorrufung erforderlichen Apparate übergehen, wollen wir zunächst einige allgemeine Erläuterungen von der Electricitätslehre vorausgehen lassen, ohne deren Kenntniß es nicht möglich ist, die Wirksamkeit der elektrischen Apparate und die Eigenthümlichkeiten des elektrischen Lichtes zu verstehen.

Wir kennen jetzt verschiedene Methoden, in den Körpern die Kraft hervorzurufen, welche wir mit dem Namen Electricität belegen. Die am Längsten bekannte Methode, jene Kraft in Thätigkeit zu bringen, die Körper in den elektrischen Zustand zu versetzen, ist die Reibung. Auf diese Methode gründet sich die Einrichtung der Elektrirmaschine, welche im Wesentlichen aus drei Theilen besteht, nämlich aus zwei Theilen, welche sich gegenseitig reiben und wovon der eine in drehende Bewegung gesetzt wird; er hat gewöhnlich die Form einer Scheibe oder eines Cylinders und führt den Namen — Electricitäts-Erreger. Der zweite Theil steht fest und heißt das Reibzeug; der dritte Theil ist dazu bestimmt, die Electricität zu sammeln und führt den Namen Conductor. Die so zur Thätigkeit erweckte Electricität nennt man — Reibungselectricität. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts entdeckte Galvani eine neue Methode, die Electricität der Körper wirksam zu machen. Er fand nämlich, daß schon durch die Berührung ungleichartiger Körper diese in den elektrischen Zustand versetzt werden. Man nennt die so hervorgerufene Electricität deshalb die Berührungs- oder Contact-Electricität, auch wohl nach ihrem Entdecker galvanische Electricität. Volta wurde der Erfinder einer Vorrichtung, durch welche es möglich wurde, die Berührungselectricität in größeren Mengen hervorzurufen und zur Anwendung zu bringen. Sie führt nach ihrem Entdecker den Namen voltaische Säule und besteht

10.19 6.11.18. 21.1.18.18.

aus Platten von zwei verschiedenen Metallen, gewöhnlich Zink und Kupfer, welche säulenförmig so aufeinander geschichtet werden, daß sich die Metallplatten immer in derselben Weise folgen, also Zink, Kupfer, Zink, Kupfer u. s. w. Je zwei so aufeinander gelegte Platten nennt man ein Plattenpaar. Zwischen je zwei Plattenpaare wird ein feuchter Körper gelegt, z. B., Scheiben von Pappe oder Filz, durchnäßt mit Wasser oder Salzlösung. Die beiden Endplatten der Säule nennt man ihre Pole. Da die Wirksamkeit einer solchen Säule sehr rasch abnimmt, indem die Flüssigkeit der feuchten Scheiben durch die elektrische Thätigkeit zersezt wird und die Zinkplatten sich mit Dryd bedecken, so muß die Säule, um sie wieder wirksam zu machen, bald auseinandergenommen, gereinigt und von Neuem zusammengesetzt werden. Da dieß, namentlich bei größeren Säulen, sehr mühsam ist, so hat man andere Vorrichtungen erfunden, welche zwar im Wesentlichen aus denselben Theilen bestehen, aber mit weniger Mühe längere Zeit thätig erhalten werden können. Dahin gehören die Trogaparate, bei welchen die einzelnen Plattenpaare in besondere mit Flüssigkeit gefüllte Behälter (Zellen) eintauchen. Die Flüssigkeiten vertreten hier die Stelle der feuchten Platten in der voltaischen Säule. Die Plattenpaare können leicht aus der Flüssigkeit entfernt und letztere eben so leicht erneuert werden. Man hat auch sehr wirksame Apparate aus einem Plattenpaare von sehr bedeutendem Flächengehalt construirt, deren Thätigkeit augenblicklich beginnt, sobald das Plattenpaar, deren einzelne Platten unter sich nicht in Berührung kommen dürfen, in eine Flüssigkeit, z. B., Salzlösung, sehr stark verdünnte Säuren u. s. w. eintaucht.

Alle diese Apparate wirken aber doch immer nur sehr kurze Zeit mit gleichförmiger Stärke; für viele Zwecke ist es aber von großem Vortheil, eine längere Zeit hindurch ziemlich gleichmäßig wirkende Apparate anwenden zu können. Das Bestreben, solche Apparate herzurichten, war von gutem Erfolg. Der englische Physiker Daniell erfand diese Apparate, welche man ihrer anhaltend gleichmäßigen Wirkung wegen constante Apparate nennt. Jedes einzelne Plattenpaar besteht aus zwei verschiedenen Metallen, wie Kupfer und Zink, Gußeisen und Zink oder auch aus der ähnlich wie die Metalle wirkenden Kohle und Zink u. s. w. Die Metallplatten

haben gewöhnlich die Form eines offenen Cylinders. Der eine Cylinders steht in einem Gefäße von Glas oder Porzellan und innerhalb desselben steht ein zweites Gefäß von Thon, welches nur leicht gebrannt und deshalb porös ist. In diesem porösen Thongefäße steht der zweite Metallcylinder oder statt dessen ein Kohlencylinder. Das äußere und das poröse Gefäß sind mit Flüssigkeiten verschiedener Art gefüllt, z. B., mit verschiedenen Salzlösungen oder Säuren. Die Flüssigkeit im porösen Thoncylinder dringt zwar durch die Wände des Gefäßes bis zur Außenseite und kommt so in unmittelbare Berührung mit der Flüssigkeit im äußeren Gefäß, mischt sich aber nicht damit. Bei einer solchen Vorrichtung sind es nicht nur die beiden verschiedenartigen Metalle, oder Kohle und Metall, welche durch ihre gegenseitige Einwirkung aufeinander Electricität zur Thätigkeit bringen, sondern auch die beiden verschiedenartigen Flüssigkeiten wirken in gleicher Weise. Aber auch hier findet nach und nach eine Zersetzung der letzteren Statt und die Wirkung der Apparate wird dadurch successive geschwächt und hört endlich ganz auf. Die Art und Weise der Zersetzung ist jedoch verschieden von der in dem nicht constanten Apparate und hauptsächlich darin liegt es, daß diese Apparate einige Zeit hindurch fast ganz gleichmäßig stark wirken.

Auch bei den gewöhnlichen Trogapparaten und ihren verschiedenen Abänderungen, z. B. den constanten Apparaten, steigert sich die Wirkung, je mehr einzelne Apparate, miteinander verbunden, gleichzeitig in Thätigkeit kommen. Man nennt jeden einzelnen Apparat, ebenso wie die einzelnen Glieder der voltaischen Säule, ein Plattenpaar oder hier gewöhnlicher ein Element. Mehrere miteinander verbundene Elemente heißen eine voltaische oder galvanische Batterie. Die Verbindung mehrerer Elemente zu einer Batterie geschieht so, daß man entweder abwechselnd den Zink des einen Elementes mit der Kohle, dem Kupfer, Eisen oder Platin des zweiten Elementes durch eine metallische Leitung verbindet, der Zink von letzterem dann wieder mit der Kohle des dritten Elementes u. s. w. Die frei bleibenden Theile des ersten und letzten Elementes sind die Pole der Batterie oder, wie sie nach der Bezeichnung des englischen Physikers Faraday, die jetzt allgemein gebräuchlich ist, genannt werden, — die Elektroden.

Anstatt der erwähnten Art von Verbindung der einzelnen Elemente zu einer Batterie, können die Elemente auch so verbunden werden, daß man sämtliche Zinkplatten oder Cylinder untereinander verbindet und ebenso auch wieder die Kohlen-, Kupfer-, Eisen- oder Platinplatten. Man hat dann eine Batterie, welche gleichsam aus einem großen Plattenpaare besteht.

Es wurde bereits erwähnt, daß durch die Thätigkeit der galvanischen Apparate die Flüssigkeiten, welche dabei in Anwendung kommen, zersetzt werden, und daß dabei zugleich die Zinkplatten oder Cylinder sich oxydiren, so daß der Zink nach und nach ganz verbraucht wird. Diese Thätigkeit der galvanischen Apparate in sich, diese Zersetzung der angewendeten Flüssigkeiten und die Oxydation des Zinkes ist hauptsächlich die Ursache, daß bis jetzt das elektrische Licht noch nicht zur allgemeinen Anwendung kommen konnte, indem dadurch die Kosten zur Unterhaltung der Batterie zu groß werden.

Außer diesem unvermeidlichen Verbrauch an Zink in den galvanischen Apparaten findet auch noch in einzelnen Fällen nebenbei ein solcher Verbrauch durch die chemische Thätigkeit Statt, welche die Flüssigkeit und der in derselben stehende Zink aufeinander ausüben. Dieß ist jedoch nur dann der Fall, wenn der Zink in verdünnter Säure, gewöhnlich mit Wasser stark verdünnter Schwefelsäure, steht. Wendet man Salzlösungen an, so findet ein solcher Verbrauch an Zink durch chemische Wirksamkeit nicht Statt. Da nun die verdünnte Schwefelsäure kräftiger, als Salzlösungen wirkt so wendet man erstere in vielen Fällen lieber an, als letztere. Um nun aber den Zink gegen die chemische Einwirkung der Säure zu schützen, bildet man auf der Oberfläche desselben ein Amalgam, d. h., man vertheilt auf der Oberfläche Quecksilber, welches sich mit dem Zink verbindet und damit Zinkamalgam bildet. Das amalgamirte Zink wird in verdünnter Schwefelsäure nicht mehr angegriffen, der durch die Thätigkeit der Elektrizität bedingte Verbrauch wird aber dadurch nicht gehindert.

Wir haben bis jetzt zwei Methoden kennen lernen, Körper in den elektrischen Zustand zu versetzen, die Reibung und die Berührung ungleichartiger Körper. Lange Zeit waren dieß die einzigen Mittel, welche man kannte, um Elektrizität hervorzurufen; jetzt

aber wissen wir, daß es noch zahlreiche Veranlassungen giebt, um die Elektricität zur Thätigkeit zu bringen. Ueberall in der ganzen Natur verbreitet, ist sie immer mitthätig, wenn in der Körperwelt Veränderungen irgend welcher Art vorkommen. Jede Bewegung in der organischen und unorganischen Welt ist von elektrischen Erscheinungen begleitet, wenn sie auch nicht immer unserm Auge sichtbar sind, oder wenn auch, um sie dem Beobachter erkennbar zu machen, erst Vorrichtungen der verschiedensten Art zur Anwendung kommen müssen. Bei jeder chemischen Thätigkeit, bei auch dem kleinsten Temperaturwechsel, ist die Elektricität mitthätig. Namentlich sind es aber noch zwei Methoden, welche für uns Interesse haben, da man eine Zeit lang große Hoffnung darauf gründete, durch dieselben die Elektricität am Vortheilhaftesten zur Erzeugung eines kräftigen elektrischen Lichtes benutzen zu können. Die eine dieser Methoden entdeckte Faraday. Er fand nämlich, daß, wenn man einen metallenen Draht mit den Polen oder Elektroden eines galvanischen Apparates verbindet, nicht nur dieser elektrisch wird, sondern auch ein zweiter Draht, welcher neben dem ersteren liegt, ohne aber diesen oder die Pole des Apparates zu berühren. Diese elektrische Thätigkeit in dem zweiten Drahte zeigt sich jedes Mal in dem Augenblicke, wo der erstere Draht die beiden Pole verbindet und sobald diese Verbindung wieder aufgehoben wird. Die auf solche Art in jenem zweiten Drahte hervorgerufene Elektricität nennt man inducirte Elektricität und die Apparate, welche dazu dienen, sie auf bequeme Weise und in genügender Menge zur Thätigkeit zu bringen, — Inductionsapparate. Da, wenn eine solche Vorrichtung wirksam werden soll, der eine Draht in rascher Aufeinanderfolge in Verbindung mit dem Pole des galvanischen Apparates gebracht und die Verbindung wieder aufgehoben werden muß, so war die Benutzung eines solchen Apparates etwas beschwerlich, bis es dem Physiker und Arzt Neeff gelang, eine Vorrichtung aufzufinden, durch welche der Apparat selbstthätig diese Verbindung in sehr kurzen Zwischenräumen herstellt und wieder aufhebt. Ein so construirter Apparat heißt der Neeff'sche. Wir kennen ihn jetzt in dem mannichfachsten Abänderungen, aber immer besteht er im Wesentlichen aus zwei sehr langen, mit Seide überspannenen Kupferdrähten, welche spiralförmig

entweder nebeneinander über eine Rolle gewickelt sind, oder auf zwei Rollen, von welchen jede einen der aufgewickelten Drähte enthält und die dann ineinander gesteckt werden. In beiden Fällen dient die eine Drahtrolle dazu, durch die abwechselnd hergestellte und wieder aufgehobene Verbindung ihrer Enden mit den Polen des galvanischen Apparates elektrisch zu werden und dadurch in der zweiten Drahtrolle die inducirte Elektrizität hervorzurufen. In der Mitte beider Drahtrollen befindet sich ein kleiner Cylinder von weichem Eisen, welcher jedes Mal, wenn die Drahtenden der einen Rolle mit den Polen des galvanischen Apparates in Verbindung treten, magnetisch wird und die magnetische Thätigkeit wieder verliert, wenn diese Verbindung wieder aufgehoben wird und der Draht also nicht mehr elektrisch ist. Durch diese Thätigkeit des Eisencylinders als Magnet wird ein kleines Hämmerchen von Eisen angezogen und geht durch Federkraft in seine Lage zurück, wenn die magnetische Thätigkeit wieder aufhört. Vermittelt dieser Bewegung wird nun die sehr rasch wechselnde Verbindung der einen Drahtrolle mit den Polen des galvanischen Apparates hergestellt und wieder aufgehoben. Es hat sich gezeigt, daß die Inductionselektrizität zur Hervorbringung eines hinreichend intensiven elektrischen Lichtes nicht dienen kann.

Eine andere Methode zur Hervorrufung der Elektrizität wurde gleichfalls von Faraday entdeckt; sie ist das Resultat vielfacher zum Theil sehr mühsamer Versuche. Nachdem man gefunden hatte, daß ein mit den Polen eines galvanischen Apparates verbundener Draht nicht nur elektrische Thätigkeit zeigt, sondern auch magnetisch wirkt, und daß ein solcher um ein Eisenstück spiralförmig gewundener Draht letzteres so lange zum Magnet macht, als seine Verbindung mit einem wirksamen galvanischen Apparate dauert, so lag die Idee nahe, daß unter gewissen Bedingungen auch wohl durch einen Magnet die elektrische Thätigkeit hervorgerufen werden könnte. Faraday fand diese Bedingungen, unter denen dieses wirklich geschieht. Er zeigte, daß in einem spiralförmig um eine hohle Rolle gewickelten, mit Seide übersponnenen Kupferdraht vorübergehend eine elektrische Thätigkeit hervorgerufen wird, sobald man in jene Spirale einen Magnet bringt und ebenso, wenn man ihn wieder aus derselben entfernt. Als man einmal

diese Bedingungen kennen gelernt hatte, erfand man sehr bald Apparate, durch welche man in der erwähnten Weise in einer Drahtrolle in sehr rascher Aufeinanderfolge Elektrizität zur Thätigkeit bringen konnte. Man benutzte hierzu die Eigenschaft des weichen Eisens, daß es magnetisch wird, sobald man es den Polen eines Magneten nähert, und daß es die magnetische Kraft wieder verliert, wenn es von denselben entfernt wird. Die Einrichtung der magneto-elektrischen Apparate ist im Wesentlichen die, daß man vor den Polen eines starken Magnetes durch eine drehende Bewegung Rollen von mit Seide übersponnenem Kupferdraht, deren Kern ein Eisencylinder ist, vorüberführt. Jedes Mal, wenn eine solche Rolle mit ihrem Eisenkerne einem der Magnetpole gegenübersteht, wird der Eisenkern magnetisch und dadurch der um denselben spiralförmig gewickelte Kupferdraht momentan elektrisch. Würde die Induktionsrolle in dieser Lage verharrten, so würde sie keine elektrische Thätigkeit mehr zeigen, aber in dem Augenblicke, wo sie ihre Lage wieder ändert und der Eisenkern dem Magnetpole nicht mehr gegenübersteht, also seine magnetische Kraft verliert, zeigt sich die Rolle wieder elektrisch. Durch das rasche Vorüberführen solcher Rollen vor den Polen eines Magnetes wird ihr Eisenkern in rascher Folge bald magnetisch, bald verliert er diese Kraft und ebenso schnell wird auch in dem Kupferdraht der Induktionsrollen Elektrizität thätig. Anstatt die Rollen vor der Magnetpolen vorüberzuführen, hat man auch Einrichtungen, bei denen der Magnet bewegt wird, aber die Rollen mit ihrem Eisenkern feststehen, was natürlich dieselbe Wirkung haben muß. Die Wirkung eines solchen Apparates wird theils durch die Länge des mit Seide übersponnenen, zur Induktionsrolle verwendeten Kupferdrahtes, theils durch die Stärke der benutzten Magnete bedingt. Man hat auch, wie wir später noch sehen werden, solche Apparate, bei denen man gleichzeitig mehrere Magnete und in demselben Verhältnisse mehrere Induktionsrollen wirken läßt. Wenn nun auch bis jetzt selbst mit den größten Apparaten dieser Art nicht Elektrizität in solcher Menge erzeugt werden konnte, um damit elektrisches Licht in einer Intensität zu erzeugen, daß es für praktische Zwecke nutzbar werden könnte, so ist es doch nicht unwahrscheinlich, daß wir noch einmal dahin kommen.

Bevor wir uns zur näheren Beschreibung der zur Hervorbringung des elektrischen Lichtes erforderlichen Vorrichtungen wenden, wollen wir die Ansicht kennen lernen, welche man jetzt über die Elektrizität und ihre Thätigkeit hat, soweit dieß für unsern speciellen Zweck nothwendig ist. Was eigentlich das Wirkende, welches die elektrischen Erscheinungen hervorruft, ist, wissen wir nicht. Man nimmt jetzt ziemlich allgemein an, daß es zwei verschiedene elektrische, höchst feine Flüssigkeiten gebe, welche die Eigenschaft hätten, sich gegenseitig anzuziehen und miteinander zu verbinden, und daß sie so verbunden in allen Körpern der Erde vorhanden seien. Solange beide elektrische Flüssigkeiten vereinigt sind, zeigen sie keine Wirkung nach Außen, diese tritt erst dann hervor, wenn durch irgend eine Einwirkung eine Trennung der beiden Elektricitäten erfolgt. Einen Körper in den elektrischen Zustand zu versetzen, heißt also nichts Anderes, als die in ihm vereinigten Elektricitäten zu trennen. Dieses geschieht, wie wir wissen, durch Reiben, Berührung ungleichartiger Körper, durch Einwirkung der magnetischen Kraft u. s. w. Man mag nun auch Elektrizität hervorrufen, wie man will, immer treten die zwei verschiedenen Elektricitäten gleichzeitig auf und diese tragen ihre gegenseitige Anziehungskraft auch auf die Körper selbst über, welche verschiedene Elektricitäten besitzen. Man nennt die eine dieser Elektricitäten die positive, die andere die negative, ohne daß man aber mit diesen Benennungen weitere Begriffe verbindet, und man sagt, die beiden ungleichartigen Elektricitäten, so wie die Körper, welche ungleichartig elektrisch sind, ziehen sich einander an, indeß gleichartige Elektricitäten, also negative und negative, positive und positive, sowie auch die gleichartig elektrisirten Körper sich abstoßen. Reibt man zwei Körper zusammen, so wird der eine Körper stets positiv, der andere negativ elektrisch; bringt man zwei verschiedene Metalle, wie bei den galvanischen Apparaten, in Berührung, so zeigt sich daß eine Metall positiv-, das andere negativ=elektrisch und ebenso sind die Pole aller galvanischen Apparate stets entgegengesetzt elektrisch. Bei einem Inductionsapparate, bei dem magneto=elektrischen Apparate, sind stets die Drahtenden der Inductionsrollen ungleichartig elektrisch. Mit Hinsicht auf diese Annahme zweier verschiedener elektrischer Flüssigkeiten spricht man auch von einem Uebergange der

Elektricität von einem Körper zum andern, von einer Bewegung der Elektricitäten in einem Körper oder von elektrischen Strömen. Man theilt auch in Bezug auf diese angenommene Bewegung der Elektricitäten die Körper ein in Leiter und Nichtleiter der Elektricitäten oder eigentlich richtiger in gute und schlechte Leiter, je nachdem nämlich die elektrische Thätigkeit, welche man an einer Stelle eines Körpers hervorruft, sich mehr oder minder schnell auf seiner ganzen Oberfläche verbreitet, oder nur an der Stelle merkbar bleibt, wo sie hervorgerufen wurde. Die Metalle sind sämmtlich gute Elektricitätsleiter, jedoch unter sich in verschiedenem Grade. Kupfer wird unter den in der Praxis benutzten Metallen als der beste Leiter angenommen. Wasser, Salzlösungen, Säuren u. s. w. leiten die Elektricität gleichfalls gut. Nichtleiter, oder doch schlechte Leiter der Elektricität sind trockenes Holz, Harze, Glas, Seide, Luft u. s. w. Ist ein Leiter durch einen Nichtleiter der Elektricität außer Verbindung mit andern Leitern gebracht, so nennt man ihn isolirt; so isolirt man Metallstücke, indem man sie auf Glas befestigt, oder Drähte, indem man sie mit Seide überspinnt u. s. w.

Wenn man nun auch bis jetzt die Ausdrücke elektrische Materie, elektrisches Fluidum bei den Erläuterungen elektrischer Erscheinungen beibehalten muß, so ist doch das wirkliche Vorhandensein einer solchen Materie durchaus nicht nachgewiesen, ja nach manchen Erscheinungen ist dasselbe höchst zweifelhaft. Gewiß ist, daß man elektrische Erscheinungen stets nur an Körpern wahrgenommen hat und Elektricität für sich, isolirt, niemals auftritt. Wahrscheinlicher ist es, daß die elektrischen Erscheinungen durch Kräfte bedingt sind, welche der Materie eigenthümlich sind. Ist das aber der Fall, so kann natürlich auch nicht im gewöhnlichen Sinne des Wortes ein Uebergang der Elektricität von einem Körper zum andern Statt finden und ebenso wenig von einem elektrischen Strome die Rede sein.

II.

Die Einrichtungen der Apparate, welche zur Erzeugung des elektrischen Lichtes benutzt werden können.

Um mittelst einer galvanischen Batterie ein intensives elektrisches Licht zu erzeugen, müssen diese recht kräftig wirken. Leider verlieren aber die am Stärksten wirkenden Batterien auch am Schnellsten ihre Wirksamkeit. Kommt es daher darauf an, auf längere Zeit das elektrische Licht gleichmäßig zu erhalten, so muß man die kräftigere Wirkung einer Batterie durch die größere Anzahl der Elemente, welche dieselbe bilden, erzielen.

Zu den elektrischen Batterien zur Erzeugung eines starken elektrischen Lichtes können nur constante Elemente benutzt werden, da die Wirkung der nicht constanten selbst auf kurze Zeit zu ungleichförmig ist. Zu den hauptsächlich hier in Betrachtung kommenden Batterien gehören folgende:

1) Die Zink-Kupferbatterie. Die beste Construction einer solchen Batterie ist, daß man in einen hölzernen Kasten, welcher mit Blei wasserdicht ausgeschlagen ist, einen offenen Bleicylinder einstellt. Innerhalb des Bleicylinders wird ein poröser Thoncyylinder und in diesen ein Zinkcyylinder gestellt. Der Kasten wird mit einer gesättigten Lösung von Kupfervitriol gefüllt, der poröse Thoncyylinder mit stark verdünnter Schwefelsäure. Die Zinkcyylinder werden durch Quecksilber amalgamirt, um die chemische Einwirkung der Schwefelsäure zu verhindern. Taf. I, Fig. 1, zeigt die Einrichtung eines solchen Elementes, von Oben gesehen, und im Längenschnitt a b c d ist der Kasten, k der Bleicylinder, t der poröse Thoncyylinder, z der Zink. n o ist ein Kästchen von Blei oder Kupfer, welches in die Kupfervitriollösung eintaucht, und welches man mit Kupfervitriol füllt, der dazu dient, die Lösung in dem Kasten immer concentrirt zu erhalten. Sobald nämlich das Element thätig wird, zerlegt sich der gelöste Kupfervitriol, es bildet sich metallisches Kupfer, welches sich an dem Bleicylinder ansetzt und nach einiger Zeit, wenn der Niederschlag zu stark gewor-

den ist, abgelöst werden muß. Es werden nun mehre solche Elemente miteinander verbunden und zwar so, daß man den Zink des eines Elementes mit dem Blei (Kupfer) des zweiten Elementes und sofort die übrigen Elemente auf gleiche Art unter sich verbindet. Die Wirkung einer solchen Batterie ist allerdings nicht sehr intensiv, aber sie ist desto gleichmäßiger wirkend und zwar auf längere Zeit. Innerhalb eines Zeitraumes von 3 Wochen findet eine nur unbedeutende Abnahme ihrer Wirkung Statt, indeß andere Batterien kaum 24 Stunden benutzt werden können. Um die Wirkung zu erhöhen, kann man die Kupfervitriollösung mit Salpetersäure versehen; vor Allem muß man aber dafür sorgen, daß die Lösung immer gesättigt bleibe, weshalb man stets den in dem Kästchen n, o befindlichen Kupfervitriol ersetzen muß, sobald er gelöst ist.

Bei Benutzung einer Batterie von 100 Elementen, bei denen die Oberfläche des Zinkcylinders eines jeden Elementes 168 Quadratzoll betrug, erhielt ich ein sehr schönes Licht, dessen Intensität am dritten Tage ihrer Thätigkeit sehr unbedeutend geschwächt war. Dennoch werden diese Batterien nicht in der Praxis für den erwähnten Zweck in Anwendung kommen, da ihre Unterhaltung zu kostspielig ist und sie doch lange nicht die Wirksamkeit der nachfolgend beschriebenen Batterien haben.

Von Kuhn sind eine Reihe von Untersuchungen angestellt worden, welche bezweckten, alle die Umstände zu erforschen, die auf die Wirkung einer galvanischen Batterie Einfluß ausüben. Einige davon sind schon längst bekannt und durch zahlreiche Versuche festgestellt, haben aber bisher bei der Zusammensetzung der Batterien nur wenig Beachtung gefunden. So ist es, z. B., schon längst bekannt, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, in welchem Verhältnisse die Größe der Oberflächen beider Elektricitätserreger in einer Batterie stehen, damit diese die günstigste Wirkung zu erzeugen vermag. Kuhn hat es daher versucht, die einzelnen Elemente der Zink-Kupferbatterie so einzurichten, daß dieser Umstand gehörig berücksichtigt werden kann. Bei der gewöhnlichen Einrichtung kann diese Bedingung nur schwer erfüllt werden. Es gelang ihm ein Zink-Kupfer-Element in seiner Wirksamkeit so zu erhöhen, daß es der Wirkung eines gleichgroßen Zink-Kohlen-Elementes

sehr nahe kam, ohne dabei die Uebelstände zu besitzen, die den Zink-Kohlen-Elementen unter allen Umständen anhängen. Außerdem ist die Herstellung billiger.

Ein anderer Umstand, der auf die elektrische Thätigkeit einen großen Einfluß ausübt, ist die Berücksichtigung der Temperatur bei der Anregung des Stromes, so wie während seiner Erhaltung. Jede galvanische Kette bedarf einer Erwärmung bis zu einer bestimmten Temperatur, um den möglichst stärksten Strom zu erzeugen. Soll aber die Erwärmung einen günstigen Erfolg haben, so ist unumgänglich nöthig, daß alle sonst wirksamen Zufälligkeiten beseitigt sind. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, so ist die Erwärmung der Kette nur von geringem Einfluß.

Die Einwirkung der Erwärmung auf die Stromstärke stellte sich bei Kuhn's Versuchen ganz entschieden heraus, sowohl bei der Zink-Kupferbatterie, als auch bei der Zink-Kohlenbatterie. Sie zeigte sich bei einer Zink-Kupferbatterie, wenn in dieser das Kupfer (oder das mit Kupfer überzogene Blei) durch Kupfervitriol-lösung angeregt wurde und das Zink in verdünnter Schwefelsäure stand, erfolgreicher, als wenn die Anregungsflüssigkeit des Kupfers eine andere war. Auch die Zinkkohlenkette kann in ihrer Wirksamkeit erhöht werden, doch darf der Grad der Erwärmung nicht zu weit getrieben werden.

Die Verstärkung des Stromes mittelst der Wärme hat darin ihren Grund, daß obwohl die elektromotorische Kraft der Batterie abnimmt, der Widerstand dagegen in weit bedeutenderem Grad vermindert wird.

Gestützt auf diese Grundsätze, hat nun Kuhn der Zink-Kupferbatterie folgende Einrichtung gegeben. Jedes Element besteht aus drei ineinander gesteckten Kupfercylindern, die unter sich durch die an denselben angelötheten Kupferstreifen verbunden werden, und von welchen der innerste den porösen Thoncyliner enthält. In letzteren wird die zur Erlangung der günstigsten Wirkung erforderliche Anzahl von amalgamirten Zinkstäben gesetzt. Die massiven Zinkstäbe haben eine Dicke von 2 — 3 Linien; an dieselben sind Drähte gelöthet, durch welche die Stäbchen unter sich verbunden werden, indem man die Drähte in eine Schraubenklemme steckt. Man setzt 2, 3, 4 oder mehre Zinkstäbchen in die Thon-

cylinder und findet durch einige Versuche sehr bald, welches die passende Zusammensetzung der Kette ist. Die sämmtlichen Elemente werden zusammen in einen Kasten gebracht, der durch eine starke Eisenplatte in zwei Räume getheilt ist. In dem oberen Raume befindet sich die Batterie und es sind hier die einzelnen Elemente durch Fächer voneinander getrennt, von welchen jedes ein mit Wasser gefülltes Cylinderglas enthält, das zur Aufnahme eines solchen Elementes bestimmt ist und wobei die Zwischenräume innerhalb der Fächer mit Sand gefüllt sind. Der untere Raum des von allen Seiten in erforderlicher Weise geschlossenen Kastens bildet den Feuerraum und dient zur Aufnahme einer Weingeistlampe. Wenn man bei der Zusammensetzung der Batterie die einzelnen Elemente in warmes Wasser setzt, hierauf den Kasten mit dem zugehörigen Deckel sorgfältig verschließt und eine nur während einer halben Stunde andauernde Erwärmung vornimmt, so erhält die Batterie die geeignete Temperatur und behält diese, wenn auch die Weingeistflamme entfernt wird, mehre Stunden hindurch, so daß also der Kostenbetrag für die Erwärmung ein nicht erheblicher sein dürfte.

Nach einer Mittheilung von G. F. Dering soll die Zink-Kupferbatterie auch dadurch eine bedeutend erhöhte Wirksamkeit erlangen, wenn man das Kupfer mit einer Platinschicht überzieht. Dering sagt, daß er die Entdeckung gemacht habe, daß eine Ablagerung des Platins, so außerordentlich dünn, daß man glauben sollte, dieselbe könnte auf die Wirksamkeit der Batterie keinen Einfluß haben, eben so stark elektricitätserregend wirkt, als ein Ueberzug von beträchtlicher Stärke. Dadurch wird der Vortheil einer permanenten Wirkung gewonnen. In der That scheint es beinahe unmöglich, die Platte durch eine rauhe und sorglose Behandlung der ihr mitgetheilten kräftigen elektromotorischen (elektricitätserregenden) Kraft zu berauben. Den Platinüberzug erzeugte Dering, indem er eine vorher mittelst einer Säure gut gereinigte Platte in eine sehr schwach angesäuerte Lösung von Platinchlorid tauchte. Die Platte wird nach diesem Eintauchen aus der Lösung genommen und in reinem Wasser abgewaschen. Das auf solche Weise vorbereitete Kupfer oder auch Messing soll mit derselben Flüssigkeit einen eben so kräftigen elektrischen Strom liefern, wie

das Platin, welches bei der nachfolgend beschriebenen Batterie, oder das verplatinirte Silber, was zu der Smee'schen Batterie verwendet wird. Da aber das verplatinirte Kupfer billiger herzustellen und zugleich auch dauerhafter ist, so würde es jenem vorzuziehen sein.

2) Die Zink-Platinbatterien oder nach ihrem Erfinder Grove'schen Ketten genannt. Sie bestehen aus Elementen, bei denen in einem Glas oder Porzellangefäß A, Taf. I, Fig. 2, ein Zinkcylinder z steht, in welchem sich der poröse Thoncylinder t und in demselben ein Platinblech p befindet, welches zur Vergrößerung seiner Oberfläche S-förmig gebogen ist. Das hervorragende Ende des Platinblechs wird, wie es Fig. 3 zeigt, zwischen das rechtwinklich umgebogene Kupferblech k k eingeklemmt. Letzteres ist auf einen Deckel von Thon gefittet, welcher auf den Thoncylinder t paßt. Der Zinkcylinder wird amalgamirt und steht in verdünnter Schwefelsäure. In den porösen Thoncylinder, in welchem sich das Platin befindet, kommt reine Salpetersäure. Mittelfst der Klemmschrauben bei p, werden die einzelnen Elemente ebenfalls, wie die der Zink-Kupferbatterie verbunden. Eine solche Batterie ist allerdings sehr wirksam, eine Vergleichung der Zink-Kupferbatterie mit der Zink-Platinbatterie hat ergeben, daß 6 Quadrat Zoll Platinfläche 100 Quadrat Zoll Kupferfläche zu ersetzen im Stande ist. Aber solche Batterien sind wegen des hohen Preises des Platins sehr theuer und ihre Unterhaltung wird auch dadurch kostspielig, daß man ziemlich bedeutende Mengen reiner Salpetersäure bedarf. Die Zink-Platinbatterie wird, trotz ihrer ausgezeichneten Wirksamkeit, doch nie für practische Zwecke Eingang finden.

3) Callan's-Batterie. Sie hat ganz dieselbe Einrichtung, wie die vorige, unterscheidet sich aber dadurch, daß anstatt Platin mit einem Platinüberzug versehenes Bleiblech verwendet wird. Statt mit Salpetersäure füllt man den porösen Thoncylinder mit einem Gemisch von 4 Gewichtstheilen concentrirter Schwefelsäure 2 Thl. Salpetersäure und 2 Thl. gesättigter Salpeterlösung. Diese Batterien wirken ebenfalls sehr stark und es kann auch verdünntere und unreine Salpetersäure zu ihrer Unterhaltung verwendet werden; dennoch ist sie nicht practisch, da sich der Platinüberzug zu leicht abnußt.

4) Die Smee'sche Batterie. Hat gleichfalls dieselbe Einrichtung, wie die Grove'sche, anstatt Platin wird aber platinirtes Silber benutzt, welches in reine Salpetersäure eintaucht. Sie ist gleichfalls für die Praxis nicht zu empfehlen.

5) Die Zink-Kohlen- oder Bunsen'sche Batterie. Sie ist bisher am Meisten zur Erzeugung des elektrischen Lichtes benutzt worden. Im Wesentlichen hat sie dieselbe Einrichtung, wie die Grove'sche Batterie, anstatt des Platins wird aber Kohle verwendet. Fig. 4, Taf. I, zeigt ein Element einer solchen Batterie. A ist ein Gefäß von Glas oder Porzellan. z ist der Zinkcylinder, mit einem Blechstreifen oder einer Klemmschraube p versehen. t ist der poröse Thoncylinder, in welchem der Kohlenzylinder k steht. Letzterer ist oben mit einem Metallring versehen, an welchem ein vorn bei s eingeschlizter Blechstreifen gelöthet ist, durch welchen mittelst der Klemmschraube p die einzelnen Elemente in der schon mehrfach erwähnten Weise verbunden werden. Die Kohlenzylinder bereitet man aus pulverisirten Coaks und Steinkohlen; das Gemenge wird in Blechformen gefüllt und bei mäßigem Feuer ausgeglüht. Nach dem Erkalten werden die so erhaltenen Cylinder, deren Festigkeit noch sehr gering ist, in eine Lösung von Syrup eingetaucht, getrocknet, in ein mit Kohlenstücken ausgefülltes feuerfestes Gefäß gebracht, welches dann, nachdem es geschlossen ist, mehre Stunden lang in einem Brennofen der Weißglühhitze ausgesetzt wird. Diese Zink-Kohlenbatterien wirken ausgezeichnet und sind natürlich viel weniger kostspielig, wie die Zink-Platinbatterien. Der Zink steht in verdünnter Schwefelsäure, die Kohle in Salpetersäure. Concentrirte Salpetersäure ist nicht erforderlich, doch ist die Wirkung der Batterie um so stärker, je concentrirter die Salpetersäure ist.

Ein Uebelstand bei diesen Batterien ist, daß die Metallringe (Kupferringe) oben an den Kohlenzylindern zu leicht von der Salpetersäure oxydirt und zerfressen werden. Man hat, um dieß zu verhindern, verschiedene Vorschläge gemacht und ausgeführt. So hat man, um das Eindringen der Salpetersäure in die porösen Kohlenzylinder zu hindern, den oberen Theil der letzteren, da, wo der Metallring hinkommt, mit einer Mischung von Wachs und Harz getränkt, den Metallring dann fest aufgeschoben und ihn mit

einer Schicht von Harz und Guttapercha bedeckt. Das Harz wird aber ebenfalls nach und nach von der Säure angegriffen und schützt dann das Metall nicht mehr gegen die Einwirkung der Säure. Man hat auch die innere Seite der Metallringe mit Platinblech überzogen, aber ebenfalls ohne dauernden Erfolg. Besser ist die Einrichtung, wo man die Metallringe von den Kohlencylindern, an welche sie durch eine Schraube festgedrückt werden, abnehmen und reinigen kann. Dieses Abnehmen, Reinigen und Wiederanlegen der Ringe, welches wegen der eintretenden Oxidation des Kupfers durch die Dämpfe der Salpetersäure öfters geschehen muß, ist freilich bei Batterien, welche aus vielen Elementen bestehen, eine höchst mühsame und zeitraubende Arbeit.

Die vortheilhafteste Einrichtung ist noch folgende, von Stöhrer in Leipzig angegebene: Der Kohlencylinder k, Taf. I, Fig. 5, steht in einem Glase oder Porzellangefäß A; letzteres ist so weit mit Salpetersäure gefüllt, daß dieselbe, wenn der poröse Thoncyylinder t mit dem Zinkcyylinder z eingesetzt wird, bis an die Umbiegung des Randes steigt. Der Zinkcyylinder ist amalgamirt und steht in verdünnter Schwefelsäure. Der Cylinder hat, wie die Figur zeigt, einen kreuzförmigen Querschnitt und trägt oben einen Draht von weichem Kupfer, an dessen Ende sich ein Kupferplättchen o von etwa 1 Linie Stärke befindet. Um den obern Rand des Kohlencylinders ist ein starker messingener Ring gelegt, welcher ein für allemal fest sitzt. Da dieser Ring nicht dazu bestimmt ist, den elektrischen Strom fortzuführen, so kann er nicht nur äußerlich, sondern auch inwendig stark gefirnißt sein, um ihn vor dem Zerfressen durch die Säure zu schützen. Bei m ist dieser Ring mit einer viereckigen Ausbiegung versehen, an welcher sich eine Schraube n befindet. Das Plättchen o', welches durch den Kupferdraht mit dem Zink des zweiten Elementes in Verbindung steht, wird nun in die viereckige Ausbiegung eingesetzt und durch die Schraube n an den Kohlencylinder angepreßt. Es versteht sich von selbst, daß die Einrichtung auch so sein kann, daß der Kohlencylinder in dem porösen Thoncyylinder, der Zinkcyylinder aber außerhalb desselben steht. Aber auch diese Einrichtung hat ihre Mängel, namentlich ist es leicht möglich, die Koh-

Sassenstein, elektrisches Licht.

lencylinder durch das Anpressen des Kupferplättchens zu zersprengen.

Eine andere werthvolle Verbesserung ist von Bergant in Passau empfohlen. Derselbe sagt: Der Metallreif, welcher in der Zink-Kohlenbatterie das negative Element umschließt, wird bekanntlich in Folge der Porosität der Kohle von den in der Kette befindlichen Säuren und sauren Dämpfen an den Berührungstellen verändert und hierdurch geht der metallische Contact zwischen Kohle und den Schließungsdrähten, also auch die Leitungsfähigkeit, in hohem Grade verloren.

Bei der Zink-Kohlenkette, welche auf Seite der Kohle mit Salpetersäure in Thätigkeit gebracht und gewöhnlich nicht fortwährend im Gebrauch ist, muß der Metallring nach jedem Versuch herabgenommen und bei wiederholtem Gebrauche von Neuem gereinigt aufgesetzt werden; außerdem findet man denselben nach einiger Zeit dergestalt zerfressen, daß der Apparat alle Wirkungen versagt, welche ein gutes Leitungsvermögen der Kette voraussetzen. Und eben diese machen die Mehrzahl aus.

Wird aber die galvanische Zink-Kohlenkette (Batterie) mit verdünnter Schwefelsäure in Wirksamkeit gebracht, so entsteht zwischen der Kohle und dem Metallreif ein schwefelsaures Salz, welches sich, wenn derselbe Kupfer ist, in die Flüssigkeit zieht und Veranlassung giebt, daß sich die Kohle mit Kupfer beschlägt und in diesem Zustande nur zu einer höchst unbeständigen Spannung von geringem Werthe befähigt ist. Dabei bleiben jene im käuflichen Kupfer vorhandenen Unreinigkeiten, welche in der Schwefelsäure nicht gelöst werden, an der Berührungsstelle zwischen Kohle und Kupfering zurück und hindern durch ihren großen Leitungswiderstand den freien Uebergang des elektrischen Stromes.

Besteht der Metallring aus Blei, so ist zwar der erste Uebelstand, wenn das angewendete Zink nicht Kupfer enthält, beseitigt; allein das an den Berührungspuncten entstehende schwefelsaure Bleioxyd bleibt wegen seiner Unlöslichkeit sitzen und bietet, wie die Erfahrung lehrt, dem galvanischen Strom bald einen größeren Widerstand dar, als Elemente mit einem Kupfering, die schon Jahre lang im Gebrauch sind.

Um allen Unannehmlichkeiten, welche aus dergleichen Ursachen entspringen, bei meinen Versuchen mit galvanischen Batterien ein für allemal überhoben zu sein, habe ich schon seit längerer Zeit 30 becher- und walzenförmige Kohlencylinder auf die nachstehende Weise mit einem Kupferringe beschlagen, wobei die Berührungsstellen der Einwirkung schädlicher Flüssigkeiten und Dämpfe absolut unzugänglich sind und somit die von der metallischen Berührung des Schließungsdrahtes mit der Kohle abhängige Wirkungsgröße der Batterie nicht nur stets die gleiche, sondern auch die größte ist, indem bei dieser Verbindungsweise des Kupferringes mit der Kohle die absolut innigste Verbindung zu Stande kommen muß.

Weil es jedoch hierbei vorzüglich nur auf die Erhaltung des erzielbaren Maximums der galvanischen Kraft der Kohle abgesehen war, so wurde versuchsweise ein Cylinder dreißig Wochen lang bis fast an den äußerlich geschützten Kupferring in Salpetersäure gestellt und von Zeit zu Zeit wieder geprüft, und da sich bei dieser harten Probe weder ein Fehler in der innigsten Berührung, noch die geringste Kraftabnahme nachweisen ließ, so halte ich mich von der Zweckmäßigkeit der Methode überzeugt und ihre Mittheilung zu allenfalliger Anwendung oder Verbesserung um so mehr gerechtfertigt, als die Versuche, welche mit 28 dergleichen Kohlencylindern in München an der dortigen Telegraphenstation gemacht wurden, dazu geführt haben, diese Methode dort in Anwendung zu bringen.

Das Verfahren ist wesentlich folgendes:

Damit die Kohle an der Stelle, wo der Kupferring mit ihr in Berührung kommen soll, weder Flüssigkeit, noch saure Dämpfe auffaugen könne, verstopfe ich zuerst alle Poren auf das Vollkommenste mit Harz; dann überziehe ich die mit Harz durchdrungene Zone galvanoplastisch mit Kupfer, denn hierdurch wird die vollkommenste Berührung hergestellt. Der galvanoplastische Niederschlag wird nun mit dem Schließungsdraht zusammengelöthet und zum Schutz gegen äußere Einwirkungen überfirnißt.

Die Operation gelingt unfehlbar auf folgende Art:

In einem eisernen Gefäß schmelzt man Colophonium und stellt die trockenen, 7 bis 8 Zoll hohen Cylinder hinein, so daß

sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll tief in das flüssige Harz an dem Ende eintauchen, welches später mit Kupfer beschlagen werden soll. Erhält man binnen 2 Stunden das Harz dünnflüssig, so werden die Cylinder 3 bis 4 Linien tief davon durchdrungen und alle Capillarwirkungen der porösen Kohle unmöglich gemacht. Hierbei ist aber die Vorsicht anzuwenden, das Harz, bevor die Cylinder hineingestellt werden, bis zum Aufsteigen weißer Dämpfe zu erhitzen, weil außerdem die aus den Poren vertriebene Luft und Feuchtigkeit ein starkes Aufschäumen und Berunreinigen der Kohle mit sich bringt. Ist dieser Fall etwa eingetreten, so löst concentrirte Schwefelsäure das Harz wieder ab.

Würde man ohne weitere Vorsicht den an einem Ende von Harz durchdrungenen Cylinder aus der dünnflüssigen Masse herausnehmen und abkühlen lassen, so würden jedoch keineswegs alle Poren hinreichend ausgefüllt sein, weil das geschmolzene Harz sich beim Erkalten sehr stark zusammenzieht, wodurch natürlich wieder neue Poren entstehen würden. Deshalb läßt man die Cylinder, bevor sie herausgenommen werden, mit dem geschmolzenen Colophonium langsam erkalten, bis dasselbe teigartig geworden ist. Begreiflicherweise muß nun ihre äußere Seite von dem Harzüberzuge befreit werden, ehe man sie in den galvanoplastischen Apparat setzen kann. Dieß kann zwar häufig dadurch geschehen, daß man beim Herausziehen der Cylinder aus der noch warmen Harzmasse das Anhängende mit einem Messer scharf abstreicht; in den meisten Fällen wird aber noch ein leichtes Ueberraspeln nach dem Erkalten unvermeidlich sein. Soll das vom Harz durchdrungene Ende ganz vorzüglich für den galvanoplastischen Proceß vorbereitet werden, so überpinselt man es mit Weingeist und reibt es sogleich mit feinem Sand, dann mit Wasser und Sand ab.

Diese Zubereitung der Kohle dürfte auch da ihre Vortheile haben, wo dieselben nicht galvanoplastisch, sondern bloß, wie gewöhnlich, mit einem Kupferstreifen beschlagen werden soll; jedenfalls ist solche der ähnlichen Zubereitung mit Wachs oder Stearin vorzuziehen, weil Colophonium wegen seiner Sprödigkeit nicht an der inneren Seite des Kupferinges anhaften und dadurch die Leitung schwächen kann.

Um jetzt den Kohlencylinder galvanoplastisch mit einem Kupferringe zu versehen, verfährt man auf die allgemein bekannte Art gerade so, als ob derselbe von Metall wäre, wozu ich hier nur bemerken will, daß man durch Umbinden dünner Kautschukstreifen um diejenigen Zonen, welche von dem galvanoplastischen Proceß nicht getroffen werden sollen, auf die leichteste Weise den Kupferstreifen so breit oder schmal erhalten kann, als man will. Es versteht sich von selbst, daß man die Cylinder nicht tiefer in die Kupfervitriollösung tauchen wird, als nothwendig ist. Um das Innere eines Kohlenbeckers vor dem galvanoplastischen Niederschlag zu schützen, nehme ich das Harz, welches sich innen und an der oberen Endfläche angefest hat, erst nach Beendigung des galvanischen Processes hinweg. Hohle Cylinder, welche als Bestandtheile einer Batterie in Thonzellen gestellt werden, die also bloß an ihrer Außenseite wirken sollen, erhalten sehr zweckmäßig den Kupferniederschlag an ihrer inneren Fläche, weil hier vermittelt einer geeigneten Harzcomposition der Kupferüberzug am Dauerhaftesten vor äußerlicher Zerstörung geschützt werden kann.

Beim Anlöthen des Leitungsdrahtes mit dem Löthkolben hat man vorzüglich darauf zu achten, daß der Ring nur an der Stelle heiß werde, wo das Loth aufgetragen wird; außerdem würde das Harz vielleicht ringsum schmelzen und bei seinem Austreten die Porosität der Kohle zum Theil wiederherstellen. Deshalb nimmt man hierzu leichtflüssiges Zinnloth aus 63 Theilen Zinn und 37 Theilen Blei, sogenanntes Sickerloth.

Da galvanisch niedergeschlagenes Kupfer leichter als anderes angegriffen wird, so haben solche Cylinder, bei welchen der Kupferring äußerlich nicht vollkommen geschützt ist, die Eigenschaft, sich in Folge galvanischer Wirkung mit einem Kupferniederschlag zu bedecken, wenn sie beim Auswässern ganz unter Wasser gestellt werden. Da aber bloß der vom Harze nicht durchdrungene Theil des Auswässerns bedarf, so kann dieser Uebelstand mit einiger Aufmerksamkeit leicht vermieden werden. Kohlencylinder, welche sich während ihres langen Aufenthaltes in der Linienbatterie (so nennt man eine Batterie, bei welcher die Elemente so verbunden sind, wie es früher angegeben wurde, nämlich Zink, Kohle, Zink, Kohle u. s. f.) mit einem Kupferniederschlag bedeckt haben, werden

jedoch besser als durch Abfragen davon befreit, wenn man sie vor dem Auswässern einige Zeit an der Luft stehen läßt; denn hier wird das Kupfer oxydirt und dann von der noch anhängenden Säure gelöst.

Zum Schutze gegen äußerliche Zerstörung hat man früher den Kupferring mit Guttapercha überzogen, was aber, da dieser Ueberzug mit der Zeit spröde wird und abfällt, wieder aufgegeben worden ist. Besser wird der beabsichtigte Zweck durch Kautschuk erreicht. Läßt man nämlich den etwa $\frac{3}{4}$ Zoll breiten Kupferring um $\frac{1}{4}$ Zoll vom oberen Rande abstehen und bestreicht die obere Außenfläche des Cylinders mit einer Kautschuk-Asphaltlösung in leichtem Steinkohlentheeröl, so läßt sich mit Leichtigkeit ein $\frac{5}{4}$ Zoll breiter Kautschukstreifen aufkleben, welcher den Kupferring hermetisch einschließt. Damit dieß aber gut von Statten gehe, darf der Firniß nicht mehr schlüpfrig sein und muß der Kautschukstreifen an einem warmen Ort seine Steifheit verloren haben.

Unter den Firnissen, welche ich zum Ueberziehen der Kupferinge angewendet habe, scheint eine Auflösung von Schellack in Weingeist sich am Besten zu bewähren.

Es wurde bereits erwähnt, daß solche auf die eben beschriebene Weise zubereitete Kohlencylinder auf der Münchener Telegraphenstation schon längere Zeit in Gebrauch sind. Dieselben waren vorher zum größeren Theil wegen ihres zu großen Leitungswiderstandes als unbrauchbar bei Seite gesetzt worden. Von den bei ihrer Benutzung gemachten Erfahrungen mögen folgende erwähnt werden:

1) Das Leitungsvermögen der Kohlensubstanz an sich war ein sehr auffallend verschiedenes. In Folge dieses Umstandes zeigten die mit verschiedenen, obgleich galvanisch beschlagenen Cylindern zusammengesetzten Batterien einen sehr ungleichen Widerstand, so zwar, daß die schlechtesten sechs Mal schlechter leiteten, als die besten.

2) Je besser die Kohle leitete, um so schneller und gleichförmiger erfolgte der Kupferniederschlag im galvanoplastischen Apparat.

3) Zwei Cylinder mit so geringem Leitungsvermögen, daß im galvanoplastischen Apparate kein Niederschlag mehr erfolgte, wurden, mit Kohlenpulver umgeben, in einem Töpferofen stark

gebrannt; hierdurch wurde das Leitungsvermögen ein ausgezeichnetes.

4) Die elektromotorische (elektricitäts-erregende) Kraft war nicht bei allen Cylindern gleich und scheint durch einen galvanisch aufgesetzten Leitungsring wenig oder gar nicht verstärkt zu werden. Deshalb kann auch die Wirkung einer galvanisch beschlagenen Kohle in der Linienbatterie, wo der Effect hauptsächlich von der elektromotorischen Kraft abhängt, nicht merklich stärker werden, als wenn sie mit einem Bleiring versehen wäre.

Alle die Batterien, für welche man Salpetersäure verwenden muß, haben die große Unannehmlichkeit, daß durch die Zersetzung dieser Säure, welche durch die Thätigkeit der Batterie erfolgt, sich salpetrige Säure bildet, welche in Dampfform entweicht und, eingeathmet, der Gesundheit sehr nachtheilig ist. Leider haben bis jetzt alle Versuche, diese Säure durch etwas Anderes zu ersetzen, zu keinem erwünschten Resultat geführt.

Eine andere Unannehmlichkeit, welche mit der Benutzung der Salpetersäure bei Anwendung von Kohlencylindern verbunden ist, besteht darin, daß, wenn man die Batterie auseinander nimmt, die Kohlencylinder auch selbst dann, wenn man sie tagelang auswässerte, immer noch Salpetersäure zurückhalten, die dann beim Aufbewahren der Cylinder nach und nach verdampft, sodann die Metalle angreift und die umgebende Luft untauglich zum Einathmen macht.

Je härter, klingender die Kohlencylinder übrigens sind, um desto besser wirken sie. Sehr gute Kohlencylinder liefert Stöhrer in Leipzig, Greßler in Berlin und Rohrbeck daselbst.

Zur Hervorrufung eines hinreichend intensiven elektrischen Lichtes sind mindestens 40 bis 50 Elemente erforderlich.

Ueber eine verbesserte Form der Kohlenbatterie hat neuerlich Professor Osann in Würzburg, welcher sich vielfach mit diesem Gegenstand beschäftigte, eine Broschüre herausgegeben, welche viel Werthvolles in Bezug auf die Benutzung der Kohlenbatterien enthält. In der Einleitung zu dem Schriftchen theilt Professor Osann seine Ansichten und vieljährigen Erfahrungen über die elektrische Thätigkeit in den Volta'schen Batterien mit. Bezüglich der Zink-Kupfer-, Zink-Platin- und Zink-Kohlenbatterien

sagt er, daß die Vortheile, welche dieselben, besonders wegen ihrer anhaltend gleichmäßigen Wirkung, böten, zwar außerordentlich groß seien, daß jedoch auf der andern Seite nicht verkannt werden könne, daß der Aufbau derselben mit Unbequemlichkeiten verbunden sei. Da man es bei allen diesen Arten der Batterien mit zwei durch eine poröse Scheidewand von einander getrennten Flüssigkeiten zu thun hat, so glaubt Osann, es sei zweckmäßig, denselben verschiedene Namen zu geben, und er nennt die Flüssigkeit, welche sich in der Zelle für das Zink oder überhaupt das leichter oxydirbare Metall befindet, die erregende; die in der andern Zelle befindliche, welche dazu dient, den Strom zu leiten, die leitende. Zur erregenden Flüssigkeit bedient man sich in der Regel einer Mischung von Wasser und Schwefelsäure, der man, um sie noch wirksamer zu machen, etwas Salpetersäure zusetzt. Als leitende Flüssigkeit wird bei der Zink-Kupfer-Batterie die Auflösung eines Kupfersalzes, bei der andern Salpetersäure gebraucht. Bei der Zink-Kupfer-Batterie wird die Beständigkeit der Leitung dadurch hervorgebracht, daß der an der Kupferfläche sich entwickelnde Wasserstoff das Kupferoxyd der Kupfersalzlösung reducirt, wodurch erstere sich mit metallischem Kupfer überzieht. Osann sagt weiter: Wenn das Kupfer sich in der Zinkzelle befände, so würde der sich an seiner Oberfläche entwickelnde Wasserstoff das Zinkoxyd, welches als schwefelsaures in der Flüssigkeit enthalten ist, reduciren, wodurch das an der Oberfläche des Kupfers niedergeschlagene Zink mit der erregenden Flüssigkeit einen Gegenstrom erzeugen müßte, welcher den ursprünglichen vermindern und auf ein Minimum herabbringen würde. Anders wirkt die Salpetersäure in den Zink-Platin- und Zink-Kohlen-Batterien. Sie wirkt vermöge der großen Menge von Sauerstoff, den sie enthält. Der am Platin oder der Kohle sich ausscheidende Wasserstoff, welcher diese beiden Körper polarisiren und einen Gegenstrom erzeugen würde, wird sogleich vom Sauerstoff der Salpetersäure aufgenommen und hierdurch jede Gegenwirkung vernichtet.

Nachdem er darauf aufmerksam macht, welche Unbequemlichkeiten jene Batterien bei ihrer Benutzung haben, wozu er namentlich die erforderlichen porösen Gefäße rechnet, welcher man bedarf, um die beiden Flüssigkeiten zu trennen und zweitens die

für die Zelle, in denen der negativ-elektrische Körper sich befindet, erforderliche Menge starker Salpetersäure. Bezüglich der Anwendung poröser Zellen bemerkt Professor Osann, daß er schon seit Jahren, anstatt der theuren porösen Cylinder von Porzellanthon, dergleichen von Gyps benutze, welche allerdings nicht so lange, wie jene halten, allein auch sehr wenig kosteten und leicht zu ersetzen wären, da man sie selbst verfertigen könne.

In Hinsicht auf die Vermeidung des Gebrauchs großer Mengen Salpetersäure, welche bei den bekannten Einrichtungen der Zink-Platin- und Zink-Kohlen-Batterien erforderlich ist, sagt Osann, daß er schon lange den Gedanken gehabt habe, ob nicht die porösen Zellen ganz zu vermeiden seien, wenn man Salpetersäure in die Poren der Kohle eindringen lasse und die letztere ohne Weiteres in die erregende Flüssigkeit bringe. Auf die Ausführung dieses Gedankens gründet sich Osann's verbesserte Zink-Kohlen-Batterie. Wir müssen jedoch bemerken, daß dieß nichts Neues ist. Der Verfasser des vorliegenden Werckens hat bereits vor zehn Jahren solche Batterien benutzt und für seine kleinen, zu medicinischen Zwecken construirten Inductionsapparate immer nur solche Elemente verwendet, wie sie auch bereits in der 1851 in Leipzig erschienenen ersten Auflage meines Werckens, über die Anwendung der Electricität in der Medicin, beschrieben sind. Da meine Einrichtung etwas verschieden von der Osann'schen ist und wohl den Vorzug vor ihr verdienen möchte, so will ich sie kurz beschreiben. Osann schlägt nämlich vor, die Kohlencylinder in Salpetersäure einzutauchen und sie dann, nachdem sie von derselben durchdrungen sind, sobald die Batterie gebraucht werden soll, in die erregende Flüssigkeit einzutauchen. Er benutzt dazu massive Kohlencylinder. Meine Cylinder sind dagegen cylindrisch ausgebohrt, jedoch so, daß ein Boden von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll bleibt. Den Raum fülle ich mit Asbest bis etwa einen Zoll vom obern Rande des hohlen Cylinders aus und gieße dann so lange concentrirte Salpetersäure auf, bis dieselbe an der Außenseite durchdringt. An dem obern und untern Ende des Kohlencylinders ist derselbe mit einem Streifen von Guttapercha belegt, um beim Eintauchen in die Flüssigkeit die unmittelbare Berührung mit dem Zinkcylinder zu verhindern. So benutze ich die Cylinder zu einer

Batterie. Nimmt die Wirksamkeit derselben ab, so wird neue Salpetersäure eingegossen, die dann, indem sie eindringt, die alte, zum Theil zersetzte, sowie die in die Poren eingedrungene Erregungsflüssigkeit (Wasser mit Schwefelsäure oder eine Lösung von Kochsalz in Wasser) aus der Kohlenmasse her austreibt. Wenn man dagegen, wie D s a n n vorschlägt, die unwirksam gewordenen Kohlencylinder wieder in Salpetersäure eintaucht, so dauert es sehr lange, bis die vollgesogenen Cylinder neue Salpetersäure aufnehmen. Die aus den Cylindern austretende Salzlösung wird aber zugleich die Salpetersäure, in welche man die Cylinder eintaucht, verunreinigen und bald ganz unbrauchbar machen.

Begreiflicher Weise ist es bei Benutzung solcher Kohlencylinder vortheilhaft, sie nicht eher in die erregende Flüssigkeit zu bringen, als die Batterie benutzt werden soll. Professor D s a n n hat dieß in folgender Weise ermöglicht:

1) Auf einem länglichen Bret von 1 Fuß 10 Zoll Länge und 6 Zoll 6 Linien Breite, welches an beiden Enden mit Handgriffen versehen ist, stehen fünf cylindrische Gläser von 4 Zoll 3 Linien Höhe und 3 Zoll 9 Linien Durchmesser, welche amalgamirte Zinkcylinder, etwas über den Rand der Gläser hervorstehend, einschließen. Fig. 39, Taf. VIII, zeigt die Batterie von Oben betrachtet. An der Kante des Bretes sind fünf Ständer von Holz angebracht. Einer davon ist in Fig. 40 abgebildet. Er ist oben ausgehöhlt, um Quecksilber aufnehmen zu können. Das untere Ende ist mit einem Zapfen versehen. Mittelft desselben sind sie in das Bretchen eingelassen. Sie sind nicht eingeleimt, damit man sie herumdrehen kann. Fig. 41 stellt einen Kupferstreifen dar. Das Ende a desselben wird mittelft einer Zwinge an dem obern Rande des Zinkstreifens, b, Fig. 39, befestigt, das andere Ende desselben taucht in den Quecksilberbehälter c, Fig. 39.

2) Ein längliches Bretchen, Fig. 42, dem Raume entsprechend, welchen die fünf Glasylinder einnehmen, enthält fünf runde Löcher von einer solchen Größe, daß Kohlencylinder von 1 Zoll 5 Linien Durchmesser gerade hindurchgesteckt werden können. Die zu dieser Säule angewendeten Kohlencylinder sind 4 Zoll 6 Linien lang. Die obern Enden der Kohlencylinder umgeben Kupferstreifen, welche mit Zwingen versehen sind und hier=

durch fest an diese angeschraubt werden können. Fig. 43 stellt eine solche Zwinde dar. An diese Kupferstreifen sind breite Streifen von Kupferblech *c* angelöthet, welche an ihrem freien Ende nach Unten umgebogen sind. Mit diesen tauchen sie bei der Schließung der Batterie in den Quecksilberbehälter, Fig. 40.

3) Der dritte Theil der Batterie besteht aus einem Bret von derselben Länge, wie das, auf welches die Gläser gestellt werden, ebenfalls mit zwei Handhaben an beiden Enden versehen. Es werden auf dieses fünf Schoppengläser gestellt, bis zu drei Viertel Höhe mit Salpetersäure gefüllt. Die Kohlencylinder werden trocken in die Säure eingelassen und bleiben mit derselben eine halbe Stunde in Berührung. Man füllt jetzt die Gläser, welche den Zink enthalten, mit verdünnter Säure und bringt dann die Kohlencylinder ein. Hierauf drückt man die umgebogenen Enden der Kupferstreifen in die Quecksilbernäpfschen *c*. Ist dieß geschehen, so endet der breite, an den Kohlencylinder kommende Kupferstreifen in *d*, Fig. 38, und bildet den positiven Pol; der andere Kupferstreifen, Fig. 41, vom Zink kommend, endet in dem Quecksilbernäpfschen *e* und giebt den negativen Pol.

Als erregende Flüssigkeit wurde eine Mischung von 200 Raumtheilen Wasser, fünf Raumtheilen Schwefelsäure und vier Raumtheilen Salpetersäure, als leitende Flüssigkeit käufliche Salpetersäure angewendet. Als die Kohlencylinder eine halbe Stunde in der Salpetersäure eingetaucht waren, wurde die Batterie geschlossen und von Professor *Dsann* Versuche angestellt, um die Wirksamkeit der Batterie zu bestimmen. Er benutzte hierzu das Voltameter, eine Vorrichtung, durch welche man die Kraft einer Batterie nach der Menge der gasförmigen Producte (Knallgas) bestimmt, welche man in einer bestimmten Zeit erhält, indem man den elektrischen Strom der Batterie durch mit etwas Schwefelsäure versetztes Wasser leitet. *Dsann* sagt darüber Folgendes:

Erster Versuch. Ich erhielt bei einem Barometerstande von 27 Zoll 5,1 Linien und einer Temperatur von 13,6 Grad Reaumur in 2 Minuten 28 Cubikcentimeter Knallgas.

Zweiter Versuch. Eine halbe Stunde später bei gleichem Barometer- und Thermometerstand in derselben Zeit 30 Cubikcentimeter Knallgas.

Dritter Versuch. Drei Viertelstunden später unter gleichen Umständen 27 Cubikcentimeter Knallgas.

Während der Zwischenräume blieb die Batterie ungeschlossen. Diese Beständigkeit in der Wirkung der Batterie war größer, als ich erwartet hatte, und veranlaßte mich, ihr weitere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Es war mir vor Allem darum zu thun, die Wirksamkeit der Batterie möglichst zu verstärken, was mir auch mit Benutzung zweier Umstände gelungen ist. Der eine ist darin enthalten, daß ich die erregende Flüssigkeit concentrirter anwendete. Ich benutzte nämlich statt fünf Raumtheile Schwefelsäure jetzt zehn Raumtheile auf zweihundert Raumtheile Wasser. Zweitens unterwarf ich die Kohlencylinder einer Präparation vor ihrer Anwendung. Ich kochte sie nämlich mit Wasser, dem ich etwas kohlensaures Natron zugesetzt hatte. Hierdurch wurden alle Unreinigkeiten aus den Poren ausgesogen und sie so in einen Zustand versetzt, möglichst viel Salpetersäure in sich aufzunehmen.

Nachdem die Kohlencylinder gehörig trocken gemacht worden waren, wurden sie eine halbe Stunde lang in gewöhnliche Salpetersäure eingetaucht. Die Batterie wurde dann geschlossen und ihre Wirkung mittelst des Voltameters bestimmt.

Erster Versuch. Ich erhielt bei 27 Zoll 8,4 Linien Barometerstand und 18,7 Grad Reaumur in 2 Minuten 92 Cubikcentimeter Knallgas.

Zweiter Versuch. Nach Verlauf von einer Stunde, als die Verbindung mit dem Voltameter wieder hergestellt war, erhielt ich 75 Cubikcentimeter Knallgas.

Die Flüssigkeit im Voltameter, welche durch den elektrischen Strom der Batterie zersetzt wurde, bestand aus 6 Gewichtstheilen Wasser und 1 Gewichtstheil Schwefelsäure.

Diese große Menge Gas, welche ich erhielt, war mir in der That überraschend; denn obwohl ich allerdings einestheils wegen Verstärkung der erregenden Flüssigkeit, anderntheils wegen Vergrößerung der Poren eine stärkere Wirkung erwartet hatte, so übertraf sie doch bei Weitem meine Erwartungen.

Professor Osann fährt dann weiter fort: Obwohl ich mich mit Entschiedenheit über den möglichen Grund dieser Erfolge nicht

ausprechen will, so will ich doch einen Gedanken nicht unausgesprochen lassen, der doch vielleicht eine Erklärung enthalten kann. Ich halte es nämlich nicht für unwahrscheinlich, daß die in die Poren aufgenommene Salpetersäure anders wirkt, als Salpetersäure, welche, wie in den Zellen, bloß die Kohlencylinder umgiebt. — Wir wissen, daß Gase, welche in die Poren von schwammigen Platin oder Kohlen aufgenommen sind, kräftiger wirken, als sie in ihrem gewöhnlichen Zustande zu wirken im Stande sind. Nun ist zwar die Salpetersäure kein Gas, aber sie besteht aus Körpern, welche in ihrem gewöhnlichen Zustande Gase sind. Betrachten wir die Gase darin als im verdichteten Zustande befindlich, so werden wir mit geringerer Einschränkung das, was von Gasen gilt, auch von Körpern dieser Art anführen können.

Wir halten diese Ansicht Dsann's nicht für richtig. Wenn eine Batterie in der Weise, wie es derselbe angiebt, zusammengesetzt, wirklich stärkere Wirkungen hat, als eine von gewöhnlicher Zusammenstellung, worüber freilich die vergleichenden Versuche fehlen, so liegt der Grund jedenfalls darin, daß durch das Weglassen der porösen Thoncyylinder der Widerstand vermindert wird, welchen der elektrische Strom zu überwinden hat. Eine Verdichtung der Salpetersäure in den Poren der Kohlencylinder würde ja auch dann stattfinden, wenn die Cylinder auf die gewöhnliche Art in Salpetersäure eingesetzt werden. Eine solche Verdichtung flüssiger Körper durch die Poren fester Körper ist übrigens bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden.

Professor Dsann bemerkt noch Folgendes: „Ich will hier auf einen Umstand aufmerksam machen, der für die Theorie der galvanischen Batterie von besonderer Wichtigkeit ist und mit dem früher Angeführten zusammenhängt. Bringt man in eine U förmig gebogene Röhre eine Lösung von Salpeter, Glaubersalz, Kochsalz oder Bittersalz und in den einen Schenkel derselben ein Stück Zink, Zinn oder Blei und in den andern ein Stück Platin oder Kupfer und schließt die Kette, indem man in dieselbe ein Galvanometer einschaltet, so wird man bald eine Abnahme der Kraft wahrnehmen. Sie läßt sich aber wiederherstellen, wenn man in den Schenkel, welcher das Platin oder Kupfer enthält, etwas Säure bringt; aber es ist das nicht der Fall, wenn sie in den

andern Schenkel, in welchem das leichter oxydirbare Metall sich befindet, gegossen wird. — Man sollte meinen, eine Kette werde um so stärker wirken, je concentrirter die erregende Flüssigkeit ist, womit der Zink in Berührung ist; allein dieß ist nicht der Fall. Bei einer gewissen Menge Schwefelsäure, welche die erregende Flüssigkeit erhält, tritt eine Grenze ein, über welche hinaus ein Mehr der Säure keine größere Wirkung hervorbringt. Nach Versuchen scheint eine Mischung von 200 Raumtheilen Wasser, 16 Raumtheilen Schwefelsäure und 4 Raumtheilen Salpetersäure die beste. Dagegen steigert sich die Wirkung der Batterie mit der Concentration der Salpetersäure, nach meinen Versuchen, unbegrenzt.“

Der Genannte rühmt von einer nach seiner Angabe zusammengesetzten Batterie, daß sie viel leichter zu behandeln sei, als die gewöhnliche, daß man weniger Salpetersäure brauche und nicht so von den Dämpfen der Untersalpetersäure belästigt werde.

Wir fügen noch hinzu, daß allerdings die Benutzung einer solchen Batterie in vielen Fällen vortheilhaft sein kann und daß sie recht gut zur Zersetzung des Wassers, zum galvanischen Vergolden, zur Lichterzeugung u. s. w. benutzt werden kann, wenn man die Batterie nur kurze Zeit in Thätigkeit erhalten will. Beabsichtigt man aber, dieselbe stundenlang in Wirksamkeit zu erhalten, wie z. B. zum Zweck der Beleuchtung durch galvanisches Licht, so ist eine solche Batterie nicht wohl brauchbar, da sie in ihrer Wirksamkeit sehr bedeutend rascher abnimmt, als eine Batterie, bei welcher man poröse Thoncylinder benutzt.

6. Die Zink-Eisenbatterie. Hier ist anstatt der Kohle das Gußeisen benutzt. Nach meiner Ansicht sind diese Batterien die practisch brauchbarsten, obgleich sie bei gleicher Anzahl von Elementen gegen die Zink-Kohlenbatterien nicht ganz so stark wirken. Es ist jedoch, wie ich später noch anführen werde, möglich, die Wirkung einer solchen Zink-Eisenbatterie bis zu gleicher Stärke mit der einer Zink-Kohlenbatterie von gleicher Elementenzahl zu bringen. Ich habe bei meinen Versuchen die verschiedenen Arten der Batterien benutzt, verwende aber jetzt nur noch die Zink-Eisenbatterie. Meine Batterie, mit welcher ich gewöhnlich arbeite, enthält 60 Elemente; jedes derselben besteht aus folgenden

Theilen: a) Aus einem Gefäß von Steingut; es ist cylinderförmig und mit einem Deckel versehen, welcher in der Mitte durchbrochen ist und an der einen Seite einen Ausschnitt hat. Taf. II, Fig. 6, stellt ein solches Gefäß dar. Es hat einen Durchmesser von 5 Zoll und eine Höhe von 9 Zoll. Der Einschnitt an der Seite des Deckels ist bestimmt, den mit dem Zink verbundenen Kupferstreifen aufzunehmen. Durch die vierseitige Oeffnung in der Mitte des Deckels geht der Stab des Eisenstückes *cd*, Fig. 7, wie es Fig. 6 zeigt. b) Aus einem Zinkcylinder von 4 Zoll Durchmesser und $6\frac{1}{2}$ Zoll Höhe. An einer Seite ist an denselben ein Kupferstreifen von etwa 1 Zoll Breite und erforderlicher Länge angelöthet, an dessen Ende ein Kupferplättchen aufgelöthet ist, um denselben hier zu verstärken. c) Aus einem porösen Thoncylinder von 3 Zoll Durchmesser und 8 Zoll Höhe. d) Einem Gußeisenstück, welches, damit es eine große Außenfläche bietet, die Form hat, wie es Fig. 7 zeigt. Fig. 8 zeigt den Querschnitt dieses Stückes. Die Länge des Stückes von *a* bis *b* ist 7 Zoll, der Durchmesser 2 Zoll. Ueber diesen Theil erhebt sich ein Stab *cd* von $2\frac{3}{4}$ Zoll Länge, 10 Linien Breite und 7 Linien Stärke. Am Ende dieses Stabes befindet sich ein Ausschnitt, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch und 5 Linien tief, unten bei *o* ist ein Kupferplättchen aufgelöthet und oben bei *p* befindet sich eine Preßschraube.

Den Raum zwischen dem Thoncylinder und der inneren Wandung des Gefäßes füllt man bis etwa $\frac{1}{2}$ Zoll vom Rande des ersteren mit verdünnter Schwefelsäure (auf 1 Theil englische Schwefelsäure 15 Theile Wasser). In den Thoncylinder gießt man gewöhnliche käufliche concentrirte Salpetersäure, so daß diese in demselben ebenso hoch steht, wie die verdünnte Schwefelsäure außerhalb.

Benutzt man verdünnte Schwefelsäure für den Raum, in welchem der Zink steht, so muß letzterer amalgamirt sein. Dieses geschieht am Besten so, daß man die Zinkcylinder einige Minuten in Wasser taucht, zu welchem man $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure setzte; so werden sie auf der Oberfläche rein metallisch und nehmen das Quecksilber, was man dann aufgießt, leicht an. Die Vertheilung des Letzteren auf der ganzen Oberfläche der Außen- und Innenseite geschieht am Besten mittelst einer Bürste. Ein recht sorgfältiges

Amalgamiren der Zinkcylinder ist, wenn man die kräftigste Wirkung der Batterie erzielen will, sehr anzurathen. Das Amalgamiren ist freilich bei großen Batterien kostspielig. Kommt es nicht darauf an, die möglichst kräftigste Wirkung zu erzielen, so kann man anstatt der verdünnten Schwefelsäure auch eine gesättigte Kochsalzlösung benutzen; in diesem Falle ist das Amalgamiren der Zinkcylinder nicht erforderlich. Ich benutze jetzt größtentheils Kochsalzlösung.

Will man die stärkste Wirkung der Batterie erzielen, so ist es vortheilhaft, die Salpetersäure mit concentrirter Schwefelsäure zu versehen; man nimmt auf 2 Theile Salpetersäure 1 Theil englische Schwefelsäure. Letztere gießt man in die erstere, unter beständigem Umrühren, ganz langsam ein, um eine zu große Erhitzung zu vermeiden. Bei Anwendung von amalgamirten Zinkcylindern und einer mit Schwefelsäure versehenen Salpetersäure wirkt die Zink-Eisenbatterie ebenso kräftig, als eine Zink-Kohlenbatterie von gleicher Elementenzahl. Viel hängt dabei auch natürlich von der Beschaffenheit der Thoncylinder ab. Sie müssen aus einem feinen Porzellanthon gefertigt und dürfen nicht zu stark gebrannt sein. Schärfer gebrannte Thoncylinder geben zwar einen länger gleichdauernden, aber auch bedeutend schwächeren Strom. Die Wände guter Thoncylinder dürfen nicht stärker, als etwa $\frac{1}{8}$ Zoll sein. Gießt man Wasser in dieselben, so muß es rasch durch die Wände dringen und sie außerhalb feucht machen. Thoncylinder von ausgezeichnete Güte liefern die Herren Henneberg u. Comp., sowie die Herren C. G. u. F. Arnoldi in Gotha.

Die Zusammenstellung der einzelnen Elemente zu einer Batterie ist einfach und leicht aus der Einrichtung der ersteren zu erkennen. Man klemmt den Zinkstreifen des ersten Elementes, nachdem die Einfüllung der Säuren erfolgt und der Deckel aufgelegt ist, durch die Klemmschraube in den Einschnitt des Eisenstückes des zweiten Elementes, verbindet dann den Zinkstreifen des zweiten Elementes auf gleiche Weise mit dem Eisenstück des dritten Elementes u. s. w. Fig. 9 zeigt eine solche Verbindung von 3 Elementen. Zweckmäßig ist es, die einzelnen Elemente in Kästen mit Fächern aufzustellen. Meine Zink-Eisenbatterie, aus 60 Elementen bestehend, ist in fünf Kästen von je 12 Elementen vertheilt. Die

mit Handhaben versehenen, soviel Fächer als Elemente enthaltenden Kästen, lassen sich leicht transportiren.

Wird eine auf solche Art zusammengesetzte Batterie in Thätigkeit gesetzt, so kommt es zuweilen bei Anwendung neuer Eisenstücke vor, daß sie in der Salpetersäure stark aufschäumen, wodurch die Wirkung bedeutend gestört wird, abgesehen davon, daß die sich dabei in großer Menge entwickelnde salpetrige Säure höchst nachtheilig wirkt. Man muß dann das betreffende Eisenstück sogleich aus dem Thoncyylinder herausnehmen und einige Minuten an der Luft liegen lassen. Bringt man es dann wieder in die Salpetersäure, so findet ein weiteres Aufschäumen nicht mehr Statt. Dieses Aufschäumen kann freilich auch noch eine andere Ursache haben. Wenn nämlich, was so leicht geschehen kann, ein Thoncyylinder einen Riß erhalten hat und durch denselben die außerhalb des Cylinders befindliche Flüssigkeit eindringt und sich mit der Salpetersäure mischt, so löst die so verdünnte Salpetersäure das Eisen mit großer Energie auf, indem die sich zersetzende Salpetersäure das Eisen oxydirt und durch Abgabe eines Theils ihres Sauerstoffes in salpetrige Säure übergeht. In einem solchen Falle muß man rasch und vorsichtig den Eisencylinder aus der Säure nehmen und dann den Thoncyylinder mit der Säure entfernen. Letztere ist unbrauchbar geworden, daher muß ein anderer Cylinder mit frischer Säure eingesetzt werden. Um solchen Unannehmlichkeiten vorzubeugen, muß man die Thoncyylinder vor der Einsetzung in die Gefäße sorgfältig untersuchen und alle die, welche Risse haben, als unbrauchbar zurücksetzen.

Bei der Zusammensetzung der Batterie muß man ferner darauf sehen, daß alle Berührungsstellen der Metallleitungen recht rein seien so müssen namentlich die Kupferplättchen in den Einschnitten der Eisenstücke, sowie die untere Seite des Endes der mit dem Zink verbundenen Kupferstreifen, welche durch die Preßschraube an dem Eisenstücke an das Kupferplättchen in dem Einschnitt gedrückt werden, rein metallisch sein.

Wenn die Batterie auseinander genommen wird, so kann man die Salpetersäure zum mehrmaligem Gebrauche in Flaschen aufbewahren. Mehr als 3—4mal läßt sie sich nicht gut verwenden. Das mit Schwefelsäure versetzte Wasser kann man nicht

Passenstein, elektrisches Licht.

wieder benutzen, Salzwasser dagegen läßt sich 2—3mal verwenden. Die Eisencylinder müssen gut mit Wasser abgewaschen und mit einem Tuche getrocknet werden, ebenso müssen auch die Zinccylinder nach jedesmaligem Gebrauche sorgfältig gereinigt werden. Versäumt man Letzteres, so erhalten sie, namentlich wenn man Salzlösung benutzte, eine Kruste, welche dann nur schwer zu entfernen ist, am Besten noch, indem man die Zinccylinder in verdünnte Schwefelsäure bringt und mit Sand abscheuert. Die Thoncylinder müssen in Wasser mindestens 24 Stunden ausgewässert und dann getrocknet werden. Etwas Salpetersäure bleibt in der Thonmasse immer noch zurück, man darf daher nie die Eisencylinder in den Thoncylindern aufbewahren, indem sie sonst rosten würden.

Die Zink-Eisenbatterien empfehlen sich namentlich durch die einfache Art, wie die Leitungen zwischen den Elementen hergestellt werden können, durch die Sicherheit dieser Leitungen, durch die Leichtigkeit, mit der die Reinigung aller Theile bewirkt werden kann, durch ihre große Dauerhaftigkeit und die verhältnißmäßige Billigkeit.

Man hat auch vielfach Vorschläge gemacht, galvanische Batterien mit einer einzigen Flüssigkeit herzustellen. Eine solche Zink-Eisenbatterie stellte Professor Callan her und er behauptet, daß dieselbe stärker wirke, als die mit Salpetersäure und namentlich auch viel billiger bei der Benutzung sei. Der genannte Physiker sagt darüber Folgendes: Ein Umstand, der sehr zu Gunsten der Batterien mit einer einzigen Flüssigkeit im Vergleiche zu denen mit zwei Flüssigkeiten spricht, ist der, daß die porösen Zellen bei ersteren erspart werden, was außer der Kostenverminderung noch gestattet, die zwei Metalle einander näher zu bringen und so die Stromstärke bedeutend zu erhöhen.

Von diesem Grundsätze ausgehend, machte Callan ein Reihe von Versuchen mit Gußeisen als negativem, und amalgamirtem Zink, als positivem Metalle, und fand als die hierzu dienlichsten Flüssigkeiten folgende: a) Salzsäure, entweder ganz unverdünnt oder nur wenig mit Wasser versetzt; b) Salzsäure und Schwefelsäure mit etwas mehr, als zweimal soviel Wasser, als die Schwefelsäure dem Maße nach beträgt; c) concentrirte Schwefelsäure, mit

drei Raumtheilen Wasser verdünnt; d) concentrirte Schwefelsäure mit ihrem $3\frac{1}{2}$ fachen Volumen starker Kochsalzlösung vermischt, letztere dargestellt mit 2 Pfd. Salz und 10 Pfd. Wasser.

Die letztere Mischung dürfte deßhalb den Vorzug vor der andern verdienen, weil sie unter allen die wohlfeilste ist, die Oberfläche des amalgamirten Zinks am Besten und Reinsten erhält und auch das amalgamirte Zink selbst weniger angreift, als die andere. Salzsäure conservirt zwar die amalgamirte Fläche gut, bedeckt sie aber bald mit einem dunkeln Schaume, der die Wirkung der Batterien schwächen kann; außerdem greift sie amalgamirtes Zink mehr an, als verdünnte Schwefelsäure.

Bei Construirung einer Gußeisenbatterie mit einer der genannten Flüssigkeiten muß dafür gesorgt werden, daß Eisen und Zink einander möglichst nahe gestellt werden; dann sind diejenigen Theile der Gußeisenfläche, welche nicht zur Erzeugung des Stromes beitragen, vor der Einwirkung der Flüssigkeit zu schützen, und es ist Vorsorge zu treffen, daß die Metallplatten bei Unterbrechung des Versuches herausgenommen werden können.

Je näher die Platten einander sind, um so stärker wirkt die Batterie, vorausgesetzt, daß der sich entwickelnde Wasserstoff gehörig entweichen kann, um der Flüssigkeit eine ununterbrochene Berührung mit den Metallen zu gestatten. Wenn die Zinkplatten nicht über 4 Quadratzoll betragen, dürfen sie dem Gußeisen bis auf $\frac{1}{50}$ Zoll genähert werden, denn bis dahin bekommt man eine constante Ablenkung der Magnetnadel, also auch einen constanten Strom. Platten, größer als 4 Quadratzoll, wurden zwar nicht versucht; doch dürfte selbst bei 1 Quadratfuß und darüber eine $\frac{1}{16}$ Zoll übersteigende Entfernung überflüssig sein.

Derjenige Theil des Gußeisens, welcher zur Hervorrufung des Stromes wenig oder gar nichts beiträgt, muß vor den Angriffen der Flüssigkeiten geschützt werden, denn jede derselben wirkt ziemlich stark darauf, und wenn diese Vorsorge nicht getroffen wird, erleidet man einen nicht unbeträchtlichen Verlust sowohl an Eisen, als an dem Gehalte der Flüssigkeit. Es kann übrigens dem Eisen dieser Schutz durch vulkanisirten Kautschuk, Harz oder überhaupt alle Körper gewährt werden, auf welche die betreffende Flüssigkeit wenig oder gar nicht wirkt.

Dem Gußeisen kann man die Form von Zellen geben, in welche man die leitende Flüssigkeit bringt, oder auch von Platten, von denen je zwei miteinander verbunden sind, jedoch eine solche gegenseitige Entfernung haben, um eine Zinkplatte dazwischen schieben zu lassen. Die Entfernung zwischen einer Gußeisenplatte und der mit ihr verbundenen mag $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ eines Zolles betragen, so daß, wenn die Zinkplatte zwischen beiden $\frac{1}{8}$ Zoll dick ist, zwischen Zink und Eisen beiderseits $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{20}$ Zoll übrig bleibt. Die Berührung zwischen Zink und Gußeisen kann durch Anbringung eines kleinen Holzkeiles an jeder Ecke der Platte verhindert werden.

Wendet man Zellen von Gußeisen an, so müssen sie 1—1 $\frac{1}{2}$ Zoll höher sein, als die Zinkplatten. Die Weite desjenigen Zellenraumes, in den die Zinkplatte kommt, sollte $\frac{1}{4}$ Zoll nicht übersteigen, weil sonst die Entfernung zwischen Eisen und Zink zu groß wird, was mit einem Verluste von galvanischer Wirkung verbunden ist. Der obere Raum der Zelle, derjenige nämlich, welcher über die Zinkplatte hinausreicht, sollte etwa 1 $\frac{1}{2}$ Zoll weit sein, damit er eine gehörige Menge von Flüssigkeit fasse, denn in dem engen Raume unten ist so wenig davon enthalten, daß ihre erregende Wirkung in wenig Minuten erschöpft ist. Beistehende Figur giebt einen Verticaldurchschnitt der zweckmäßigsten Form einer solchen Eisenzelle; ihre Gestalt ist rechtwinklig; die Zinkplatte ist im engen Theile, der weitere kann, wenn er 1 $\frac{1}{2}$ Zoll hoch und weit ist, soviel Flüssigkeit fassen, als für eine bis zwei Stunden nothwendig sein mag.

Bedient man sich eiserner Platten, so braucht man Gefäße, um die Erregungsflüssigkeit aufzunehmen und die Außenseite der Eisenplatten ist dann unthätig, muß also vor der Einwirkung der Flüssigkeit, der sie ausgesetzt ist, geschützt werden. Befestigt man 10 oder 12 Plattenpaare, wie die Platten der Platin-Zinkbatterie, an einer Stange, so kann man sie alle zumal in einen Wedgewoodtrog bringen, der die Erregungsflüssigkeit enthält, sowie auch sie wieder herausnehmen, wenn man es für angemessen erachtet, die Wirkung der Batterie aufzuheben.

Eine Eigenthümlichkeit des durch diesen Apparat hervorgebrachten Kohlenlichtes ist die, daß, während bei den mit Salpetersäure gefüllten Batterien die Spitze am positiven Pole viel intensiver leuchtet und mehr erhitzt ist, als die am negativen Pole, hier ein Unterschied zwischen beiden sich nicht wahrnehmen läßt, was dort von der stärkern Einwirkung der Erregungsflüssigkeit auf das positive Metall herrühren mag, während hier beide Metalle gleichmäßig angegriffen werden. — Vielleicht ist die galvanische Wirkung der Batterie mit nur einer Flüssigkeit nicht der Wirkung auf das Zink allein, sondern der Einwirkung auf beide Metalle proportional. Sollte dieses der Fall sein, so wäre die zur Erlangung einer bestimmten galvanischen Wirkung zu machende Auslage bei der Batterie mit einer einzigen Flüssigkeit geringer, als bei einer andern, da Zink mehr, als noch einmal so theuer ist, als Gußeisen.

Einen Beweis von der Stärke der Eisenbatterie gab folgender Versuch: Eine solche Batterie von 60 Zellen mit 1 Theil Schwefelsäure, 1 Theil Salzsäure und 2 Theilen Wasser gefüllt, wurde in Thätigkeit gesetzt. Nachdem sie etwa $\frac{3}{4}$ Stunden gewirkt hatte, wurden an dem einen Ende zwei Zellen ausgeleert und die Pole mit Kohlenspitzen versehen. Der Strom ging nun durch die zwei leeren Zellen, erhitzte die zwei Kohlenspitzen und erzeugte ein glänzendes Licht, obwohl er nur durch die feuchten Holzstücke, welche die Zinkplatten von den Eisenzellen trennten oder durch die hölzernen Rahmen gehen konnte, in denen die leeren Zellen sich befanden.

Eine Batterie von 48 Zellen, mit 1 Theil concentrirter Schwefelsäure und 3 Theilen gesättigter Kochsalzlösung gefüllt, wozu etwa 7—8 Pfd. Schwefelsäure verwendet wurden, und bei welcher die Entfernung von Zink und Eisen nahezu $\frac{1}{8}$ Zoll betrug, gab wenigstens $3\frac{1}{2}$ — 4 Stunden hindurch ein glänzendes Kohlenlicht, und es berechnen sich mithin dessen Kosten, der Centner Schwefelsäure zu 8 Sh. 6 P. (2 Thlr. 25 Sgr.) gerechnet, auf nicht viel mehr als 8 Pence ($6\frac{2}{3}$ Sgr.) für die ganze Zeit.

Die Versuche Callan's möchten doch wohl einer sorgfältigen Wiederholung bedürfen. Wir glauben, daß eine solche Zink-Eisenbatterie im Verhältnisse zu einer mit porösen Thoncyllindern und zwei verschiedenen Flüssigkeiten nur schwach und namentlich

auch sehr ungleichförmig wirken wird, sie wird daher für die Zwecke der elektrischen Beleuchtung nicht verwendet werden können.

Anstatt der Cylinderform, welche man gewöhnlich den beiden, zur galvanischen Batterie verwendeten Metallen oder der Kohle giebt, hat man auch die Plattenform gewählt. Dieselbe gewährt wohl manche Vortheile, aber die Schwierigkeit, leicht und billig vierseitige poröse Thonzellen herzustellen, macht solche Vorrichtungen unpractisch. Ebenso hat man auch anstatt der porösen Thonzellen andere Materialien vorgeschlagen, so, z. B. Hanffschläuche, Thierblase u. s. w., sie können aber die Thonzellen nicht ersetzen und letztere bleiben bis jetzt unentbehrlich.

Außer den bis jetzt erwähnten hauptsächlichsten Einrichtungen der galvanischen Batterien will ich noch einige anführen, welche von ihren Erfindern sehr angepriesen wurden, die aber, da man von ihrer Einführung in die Praxis jetzt fast nichts mehr hört, sich doch wohl nicht bewährt haben mögen. Dahin gehört die chromatische Batterie, über welche von London aus mit größter Begeisterung berichtet wurde. Nach den erhaltenen Mittheilungen soll eine solche Batterie sich dadurch von andern unterscheiden, daß man anstatt der Säuren Salzaufösungen benutzt, wie, z. B., chromsaures Kali, Eisencyankalium u. s. w., welche bei ihrer Zersetzung durch die innere Thätigkeit der galvanischen Batterie mit den sich dadurch ebenfalls bildenden Metalloxyden besonders schöne Farben bilden, die dann leicht verwerthet werden könnten. Man hoffte so hauptsächlich auf sehr billige Art den elektrischen Strom hervorzurufen, ja es wurde behauptet, daß die bereits angestellten Versuche es nachgewiesen hätten, daß mit dem Ertrag der als Nebenproduct gewonnenen Farben die Kosten für die Unterhaltung der galvanischen Batterie vollständig gedeckt würden, und daß man das elektrische Licht also kostenfrei erzeugen könne. Es bildete sich in London eine Gesellschaft, welche mit einer sehr namhaften Summe die Erfindung ausbeuten wollte. Ein weiterer Erfolg ist bis jetzt nicht bekannt worden, auch möchte derselbe wohl sehr zweifelhaft sein. Der Gedanke selbst, auf solche Art Metallfarben zu bilden, welche sonst auf rein chemischem Wege bereitet werden, ist nicht übel; aber abgesehen davon, daß die Masse der so gewonnenen Farben, wenn man die Sache in grö-

ßerer Ausdehnung betriebe, bald so bedeutend werden würde, daß man dafür keine Verwendung, also auch keine Verwerthung finden könnte, wird das Haupthinderniß sich darin finden, daß die sich bildenden Farben auf den Metallen der galvanischen Elemente einen Ueberzug bilden werden, welcher den electricen Strom unterbrechen oder doch bald bedeutend schwächen wird.

Neuerlich ist nun wieder von einer eigenthümlich construirten, galvanischen Batterie die Rede, welche von J. Lacassagne und R. Thiers in Lyon erfunden sein soll. In einem im vorigen Jahre in Lyon erschienenen Werkchen berichtet der ungenannte Verfasser darüber. Das Werkchen führt den Titel: Nouveau Systeme d'éclairage électrique (de M. M. J. Lacassagne et R. Thiers, de Lyon). Paris et Lyon. Richtiger kann man wohl sagen, der ungenannte Verfasser läßt in diesem Werkchen andere über die Erfindung berichten, denn das Ganze besteht der Hauptsache nach aus Berichten der Tagesblätter von Lyon und Paris, welche in der bekannten pomphaften und überschwenglichen Weise die Erfindung ausposaunen. Wir lassen hier einige der darauf bezüglichen Stellen folgen. S. 28 des genannten Werkchens wird gesagt, daß eine Production des zur elektrischen Beleuchtung erforderlichen Fluidums, nach der neuen Methode erzeugt, vollkommen gut mit der des Gases concurriren könne, namentlich da, wo Licht in größerer Menge erforderlich sei. Ueber die neue galvanische Batterie heißt es: Die Erfindung der neuen galvanischen Batterie ist auf ein ganz neues Princip gegründet. Es ist dadurch ein Problem gelöst worden, mit dessen Lösung sich Gelehrte und Industrielle bis heute erfolglos beschäftigten, nämlich einen trockenen galvanischen Apparat von bedeutender Wirkung herzustellen. Der neue Apparat liefert nicht nur starke elektrische Ströme, sondern als Nebenproduct zugleich ein Metall, welches für die Industrie noch eine große Wichtigkeit erlangen wird, namentlich wenn es, wie es hier der Fall ist, billig hergestellt werden kann, nämlich das Aluminium. Versuche, welche im Laboratorium angestellt wurden, lieferten auch in öconomischer Beziehung die günstigsten Resultate. Die zur Batterie benutzten Materialien können übrigens leicht wieder in den Zustand versetzt werden, daß man sie von Neuem mit gleich gutem Erfolge verwenden kann. Es wurden eine Reihe von Versuchen mit dem neuen

galvanischen Apparate angestellt, welche alle anwesenden Sachkennner vollständig befriedigten. Wir lassen einige der veröffentlichten Berichte folgen:

„Wissenschaft und Industrie haben jede ihre Mission und ihre Entwicklung; ihre Bestimmung ist nicht dieselbe, aber um wirklich nützen zu können, bedarf die eine der andern; gleichwohl gehen sie selten Hand in Hand und diese Isolirung ist schon oft das Hinderniß ihrer vollen Entwicklung gewesen. Sieht man dagegen beide sich gemeinsam anstrengen, sich beide gegenseitig unterstützen zur Erreichung eines Zieles, so muß man wünschen, daß sie sich recht oft in gleicher Weise einigen. Solche Reflexionen machten wir während der beachtenswerthen Experimente, welche die Herren Lacassagne und Thiers öffentlich in Lyon anstellten, um mit electricischem Lichte zu beleuchten und Aluminium zu produciren.

„Eine zahlreiche und glänzende Gesellschaft wohnte mit Interesse den Erläuterungen, welche dazu gegeben wurden, bei. Das Auditorium bestand aus einer ausgewählten Versammlung von Gelehrten, Künstlern, Technikern und Anderen. Wir sahen namentlich viele Industrielle, welche es vollkommen erkannt zu haben schienen, daß die Wissenschaft hier eine neue, herrliche Quelle eröffnet hatte, aus der die Industrie mit dem besten Erfolge reichlich für ihre Zwecke schöpfen könne. Die Experimentatoren haben die ausgezeichnete Idee gehabt, und was noch besser ist, sie haben das Mittel gefunden, den Electricitätserzeuger zu doppeltem Zwecke nutzbar zu machen. Derselbe wird zu gleicher Zeit, wo er die zur Beleuchtung erforderlichen elektrischen Ströme erzeugt, verwendet, um ein so kostbares Metall, wie es das Aluminium ist, zu produciren. Sie haben diese doppelte Verwendung mit Hülfe eines ganz neuen, galvanischen Apparates ihrer Erfindung verwirklicht. Der Vortrag über diesen sinnreich construirten Apparat, über die Theorie und die Verwendung desselben füllte die erste Hälfte der Sitzung aus.

„Der neue Generator ist eine sogenannte trockene Säule, die ohne Wasser und ohne Säure wirkt. Die Flüssigkeiten werden ersetzt durch wasserfreie Salze, welche durch Erhitzen in den flüssigen Zustand gebracht werden und, während dieses geschieht, zur Entwicklung der zur Beleuchtung nöthigen Electricität beitragen,

andernteils aber ein Metall erzeugen, was, wie wir wissen, nichts Anderes als Aluminium ist.

„Die Säule von neuer Art wurde unter den Augen der Versammlung zubereitet, die mit wachsendem Interesse der Entwicklung des merkwürdigen Experimentes folgte. Der Apparat oder das galvanische Element der genannten Erfinder besteht aus zwei cylinderförmigen, concentrisch ineinander stehenden Schmelztiegeln, welche durch einen eisernen Cylinder voneinander getrennt sind. In dem inneren Tiegel befindet sich ein Kohlenstück. Der eine Tiegel wird mit Chlornatrium (Seesalz), der andere mit einem Alaunerdesalz gefüllt. Der Apparat wird nun bis zum Rothglühen (Parisferroth) erhitzt; man sieht die beiden Salze schmelzen und sogleich wird auch der elektrische Strom thätig, sobald nur die an dem Eisencylinder und dem Kohlenstücke befestigten metallenen Drähte vereinigt werden. Ein mit den letzterwähnten Drähten in der bekannten Weise in Verbindung gesetzter Elektromagnet wurde so stark magnetisch, wie mittelst einer Zink-Kohlenbatterie von großer Dimension. Die Experimentatoren ließen nur ein Element und zwar von kleiner Dimension wirken, aber sie können ebenso, wie es bei andern Batterien geschieht, eine Reihe von Elementen gleicher Art verbinden und so eine Batterie von bedeutender Kraft herstellen. Eine solche Batterie läßt sich auch ganz gut mit Batterien anderer Art verbinden.

„Wir müssen anerkennen, daß die Herren Lacassagne und Thiers es augenscheinlich nachgewiesen haben, daß ihr neuer, galvanischer Apparat sich mit sehr geringen Kosten herstellen läßt und eine reichliche Menge Electricität entwickelt.“

„Die zweite Eigenthümlichkeit des sinnreich construirten Apparates rief in der Versammlung Erstaunen und lebhaften Beifall hervor, als dieselbe nachgewiesen wurde, nämlich, daß der Apparat, während er zur Erzeugung der Electricität wirkte, zugleich Aluminium producirte.“

„Nachdem das Element ohngefähr 2 Stunden den Wirkungen des Feuers ausgesetzt gewesen war, wurde es aus dem Ofen genommen und unter unsern Augen zerbrochen. Jeder der Anwesenden war erstaunt, auf dem Grunde des Schmelztiegels eine Ablagerung von Aluminium zu sehen, welche noch von einer Menge

Körner desselben Metalles umgeben war. Es genügt dann, das Ganze nochmals zu schmelzen, um das Metall in ganz reinem Zustande zu erhalten. Mehre Proben von dem so erhaltenen Aluminium wurden zur Ansicht herumgegeben und wir konnten uns Alle überzeugen, daß der metallische Körper wirklich Aluminium war. Es ist fast so weiß wie Silber, aber nur $\frac{1}{5}$ so schwer, dehnbar wie Gold, unoxydirbar wie Platin, wird von Säuren nicht angegriffen, ist ebenso zäh wie Eisen, fast so leicht wie Glas und wird nicht, wie das Silber, durch Schwefelverbindungen verändert.“

„Das Aluminium ist zu ausgedehntem Gebrauch berufen, man konnte es bisher nur wegen seines hohen Preises nicht für industrielle Zwecke verwenden. Die Herren Lacassagne und Thiers können es nun zu einem Preise liefern, welcher der allgemeineren Anwendung nicht mehr hinderlich ist. Wir beglückwünschen unsere Landsleute wegen dieser köstlichen Erfindung, der eine schöne Zukunft bevorsteht.“

Nachdem der Berichterstatter noch die Vortheile schildert, welche das Aluminium für die Praxis haben wird, wenn es zu einem billigen Preise geliefert werden kann, wie es nach der angeführten Entdeckung der Herren Lacassagne und Thiers der Fall sein soll, schließt er den Theil seines Berichtes, in welchem er Mittheilungen über den galvanischen Apparat der Genannten macht, mit den Worten:

„Die Herren Lacassagne und Thiers haben also auf das Glücklichsste eine der wichtigsten Aufgaben gelöst, nämlich die zur elektrischen Beleuchtung erforderliche Electricität überaus billig zu erzeugen.“

Der vorstehende, im Auszuge mitgetheilte Bericht enthielt der *Salut public*, Nr. 62. 1856.

Das *Journal des Mines* in Paris spricht sich in ganz ähnlicher Weise aus. In dem Berichte wird ebenfalls auf die Wichtigkeit des neuen Electricitätserzeugers aufmerksam gemacht, der durch die Gewinnung eines kostbaren Metalles, als Nebenproduct, die Electricität so billig liefert, wie es früher nicht möglich war. Es heißt daselbst: „In der Sitzung, welche uns so sehr in Erstaunen gesetzt hat, haben die Herren Lacassagne und Thiers vor unsern Augen einen neuen elektrischen Generator wirken lassen,

der kräftige elektrische Ströme und in den Zellen, die ihn bilden, das Aluminium erzeugt. Der neue elektrische Apparat enthält weder Wasser noch Säuren, er besteht aus zwei Schmelztiegeln, die ineinander passen. Der kleinste dient als poröse Scheidewand, als Diaphragma. Beide Schmelztiegel sind mit Salzen angefüllt; in dem äußeren steht ein Eisen-, in dem inneren ein Kohlencylinder. Der erstere Tiegel enthält Seesalz, der innere ein Alaunerdosalz. Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, wird er in die Hitze gebracht, bis die Salze zum Schmelzen kommen; sobald dieß geschehen, beginnt die Wirkung, es werden kräftige, elektrische Ströme erzeugt, wobei der Eisencylinder zerstört und zugleich das Alaunerdosalz zersetzt wird. Das Product der Zersetzung des letztern ist das Aluminium, welches sich in dem Diaphragma ansammelt, Daß der so erzeugte elektrische Strom von bedeutender Stärke war, konnte man an der Wirkung erkennen, die er auf einen Elektromagnet ausübte, als derselbe mit den Boldrähnen des Elementes verbunden wurde.“

In einem andern Berichte „im Kosmos“ wird gesagt, daß die Alaunerverbindung, welche zum Füllen des inneren, porösen Tiegels dient, Kryolith sei. Der Verfasser des oben genannten Werkes sagt selbst darüber nichts, er spricht immer nur von einem Alaunerdosalz. Möglich wäre die Benutzung des Kryoliths in der erwähnten Weise wohl, denn das genannte Material ist jedenfalls für die Erzeugung des Aluminiums das vortheilhafteste. Der Kryolith besteht aus Fluornatrium und Fluoraluminium, schmilzt schon vor der Rothglühhitze zu einer klaren Flüssigkeit. Er findet sich in Grönland in sehr bedeutenden Mengen und wird neuerlich von dort in sehr großen Massen nach Deutschland und überhaupt nach Europa eingeführt.

Wenn das, was die französische Tagesliteratur über die Wirksamkeit der neuen Batterie der Herren Lacassagne und Thiers mittheilen, wirklich in ganzer Ausdehnung wahr ist, woran wir jedoch noch einige bescheidene Zweifel hegen, so wäre die Sache allerdings von bedeutender Wichtigkeit. Könnte nämlich das Aluminium billiger hergestellt werden, als es jetzt der Fall ist, wo man zu seiner Gewinnung noch immer das theuere Natriummetall verwenden muß, so würde es gewiß zahlreiche Anwendung in der

Technik finden, und seine Gewinnung, als Nebenproduct, bei der Erzeugung elektrischer Ströme, würde sicher von bedeutendem pecuniären Vortheil begleitet sein, so daß dadurch die gewonnene Electricität sehr billig zu stehen käme und in vielen Fällen zur elektrischen Beleuchtung benutzt werden könnte. Bis jetzt sind es hauptsächlich nur die bedeutenden Kosten, welche die Hervorrufung einer zu dem genannten Zwecke genügenden Quantität Electricität erfordert, um elektrisches Licht von hinreichender Intensität zu erzeugen, die die ausgedehntere Benutzung hindern.

Bisher sind die Zink-Kohlen-, Zink-Platin- und Zink-Kohlenbatterien, bei denen man den negativ-elektrisch werdenden Electricitäts-erreger (Elektromotor) mit Salpetersäure in Berührung bringt, die wirksamsten gewesen und daher auch vorzugsweise zur Hervorrufung des elektrischen Lichtes benutzt worden. Alle diese Batterien haben die bereits erwähnte große Unannehmlichkeit, daß sie während ihrer Thätigkeit durch die Zersetzung der Salpetersäure eine reichliche Menge salpetrigsaures Gas abgeben, welches denen sehr beschwerlich wird, die mit einer solchen Batterie zu arbeiten haben. Man hat, um dieß zu vermeiden, verschiedene Flüssigkeiten statt der Salpetersäure versucht, allein bis jetzt war es vergeblich, sie genügend durch etwas Anderes zu ersetzen. Am Besten kann noch eine Lösung von Kali- oder Natronsalpeter in gewöhnlicher, käuflicher Salzsäure dienen. Man gießt die zur Füllung der Batterie erforderliche Menge Salzsäure in ein offenes Gefäß und setzt dazu den gewöhnlichen Kali- oder Natronsalpeter so lange, bis die Flüssigkeit soviel aufgenommen hat, daß die Krystalle nach 24 Stunden noch ungelöst bleiben. Die Flüssigkeit wird hierauf abgezogen, filtrirt und ist nun für den Gebrauch fertig; sie kann als Ersatz für gewöhnliche Salpetersäure und zwar mit oder ohne Zusatz von Schwefelsäure angewendet werden. Der gewöhnlichen Salpetersäure gegenüber hat sie den Vortheil der größeren Billigkeit, und daß sie während der Thätigkeit der Batterie keine so lästigen und schädlichen Dämpfe entwickelt.

Die Zusammenstellung der einzelnen Elemente zu einer Batterie geschieht in der Regel so, wie wir es früher angaben, wonach nämlich der Leitungstreifen vom Zink des ersten Elementes mit der Kohle oder dem Eisen des zweiten Elementes verbunden wird,

der Leitungstreifen des Zinks vom zweiten Elemente mit der Kohle oder dem Eisen des dritten Elementes u. s. w.: so bleibt im ersten Elemente die Kohle oder das Eisen, im letzten Elemente der Zink frei. An diese beiden frei bleibenden Elektromotoren kommen die Leitungsdrähte, Poldrähte, welche dazu bestimmt sind, den elektrischen Strom dahin zu führen, wo er wirken soll. Die genannten Endpunkte heißen, wie schon erwähnt worden, die Pole der galvanischen Batterie und zwar das freistehende Eisen, Kohle, Platin oder Kupfer, je nach Beschaffenheit der Batterie, der negative Pol; der freistehende Zink dagegen bildet in jeder Batterie den positiven Pol. Eine Batterie, in welcher die einzelnen Elemente in der angeführten Weise, wie es Taf. II, Fig. 10 zeigt, verbunden sind, heißt eine Linienbatterie. Es versteht sich von selbst, daß es nicht nöthig ist, daß hierbei die einzelnen Elemente in einer Linie nebeneinander stehen müssen, sie können ebenso gut zu je zwei, drei u. s. w., nebeneinander gestellt werden, immer aber müssen die einzelnen Elemente in der bezeichneten Weise unter sich verbunden werden.

Man kann aber noch in anderer Weise die Elemente verbinden; so zeigt Taf. III, Fig. 11, eine Zusammenstellung, bei welcher die vier Elemente 1, 2, 3, 4, eine Batterie, die vier Elemente 5, 6, 7, 8 eine zweite bilden. Die gleichnamigen Pole sind in leitende Verbindung gebracht, so daß das Ganze eine Batterie von vier Elementen bildet, deren jedes eine doppelt so große Oberfläche hat, als die der Elektromotoren der Batterie Fig. 10.

Bei Fig. 12 bilden die Elemente 1, 2, für sich eine Batterie von zwei Elementen, 3, 4 bilden eine zweite, 5, 6 eine dritte, 7, 8 eine vierte. Auch hier sind die gleichnamigen Pole in leitende Verbindung gebracht, so daß das Ganze eine Batterie von zwei Elementen bildet, deren Oberfläche viermal größer ist, als bei den Elementen der Batterie, deren Zusammensetzung Fig. 10 zeigt.

Fig. 13 zeigt dagegen eine Verbindung der Elemente, bei welcher alle Zinkcylinder unter sich und ebenso auch alle Kohlen- oder Eisencylinder unter sich verbunden sind. So ist das Ganze gleichsam ein einziges Element, bei welchem die Elektromotoren eine achtmal größere Oberfläche haben, als die der Batterie, wie sie Fig. 10 zeigt.

Die Verbindung der Elemente zu einer Linienbatterie ist übrigens für die Hervorrufung eines recht intensiven elektrischen Lichtes die vortheilhafteste.

Wir erwähnten es bereits, daß auch mit Hülfe des Magnetismus elektrische Ströme erregt werden können. Diese Erregung findet aber nur dann Statt, wenn eine Trennung, und ebenso, wenn eine Wiedervereinigung der im gewöhnlichen Zustande in dem Eisen vereinten Magnetismen erfolgt. Der Physiker sagt: Die Magnetismen können nur im Zustande der Bewegung elektrische Ströme erregen, sowie umgekehrt die Elektrizität im Zustande der Bewegung Magnetismus zu erregen im Stande ist.

Zur Erregung elektrischer Ströme durch den bewegten Magnetismus benutzte man die sogenannten Inductionsrollen, Rollen mit einem Kerne von weichem Eisen, um welches ein langer mit Seide übersponnener Kupferdraht spiralförmig gewickelt ist. Nähert man einen Magnetpol eines starken Magneten jenem Eisenkern, so wird derselbe, indem durch die Wirkung des Magneten die vorher in dem Eisen vereinten Magnetismen getrennt werden, magnetisch. Wird der Magnetpol wieder entfernt, so vereinigen sich die Magnetismen wieder. Auf diese Art werden die Magnetismen im Eisen in Thätigkeit gebracht und in Folge dessen jedes Mal bei der Annäherung des Magnetpols, sowie bei dessen Entfernung ein elektrischer Strom in der Drahtrolle erzeugt. Hierauf beruht die Thätigkeit der sogenannten magneto-electrischen Apparate, die freilich in sehr verschiedener Weise ausgeführt worden sind. Man hat bereits solche Apparate von bedeutender Größe hergestellt, die auch ziemlich kräftige elektrische Ströme geben. Der Verfasser besitzt einen solchen Apparat von Stöhrer in Leipzig, welcher aus sechs starken hufeisenförmigen Magneten zusammengesetzt ist, über deren Pole zwölf Inductionsrollen mit eisernen Kernen sich horizontal bewegen. In diesen zwölf Rollen werden elektrische Ströme hervorgerufen, so oft dieselben sich unmittelbar über den Magnetpolen befinden und ebenso auch, wenn sie diese Stellung wieder verlassen. Diese einzelnen Ströme der Inductionsrollen werden mit Hülfe einer besonderen Vorrichtung zu einem Strome vereinigt. Fig. 37, Taf. X, zeigt die Abbildung eines Stöhrer'schen magneto-electrischen Apparates

mit drei sechsblamelligen hufeisenförmigen Magneten $MM..$; diese drei Magnete wirken mit ihren Polen gleichzeitig auf sechs Inductionsrollen $E, E, E \dots$. Oben sind die Magnete so abgerundet, daß ihre Polflächen sechs gleichgroße Kugelflächen bilden. Durch die Mitte des Kreises, in welchem die Magnete aufgestellt sind, geht eine eiserne Achse AA , an welcher die Inductionsrollen $E, E \dots$ befestigt sind. Unten in der Krümmung der hufeisenförmigen Magnete sind dieselben an ein messingenes Kreuz befestigt, welches dieselben zwischen den drei starken, hölzernen Säulen a, a, a erheben und senken läßt, während die Magnete durch das starke Bret bb in verticaler Stellung erhalten werden. Auf dieses Bret ist noch ein Aufsatz h von Holz befestigt, durch welchen die Achse AA geht. Diese dreht sich unten auf einem Stahlzapfen in einem Lager von Stahl, und oben in einem an dem Aufsatze h befestigten Lager. In der Höhe kk , ist auf der Achse AA ein starkes Messingkreuz befestigt, auf welches ein starker eiserner Ring kk festgeschraubt ist. An die untere Fläche dieses Ringes sind die Kerne der Inductionsrollen so befestigt, daß sie den sechs Polflächen der drei Magnete alle zugleich gerade gegenüberstehen, wenn es bei einem der Fall ist. Die Inductionspiralen von 1 Millimeter dickem, mit Seide übersponnenem Kupferdrahte sind auf Holzrollen gewunden, welche auf die Eisenkerne gesteckt werden. Die zwölf Enden dieser Drähte laufen von Unten in die Büchse o und können durch Drehung des metallenen Deckels ss auf vier Arten unter sich und mit dem Commutator c verbunden werden, welcher in Fig. 38, Taf. X, besonders abgebildet ist. Er hat zwölf bogenförmige Stahlringe, deren jeder $\frac{1}{6}$ der Peripherie des Messingringes mm lang ist. Diese vier Abänderungen in der Verbindung der Inductionsrollen mit dem Commutator C sind folgende: 1) Sechs Drahtenden sind mit dem inneren Ringe rr durch p und sechs mit dem äußeren Ringe mm durch q verbunden. Diese Verbindung giebt die geringste Spannung, weil die sechs Drähte wie einer von derselben Länge, aber von sechsfachem Querschnitt wirken. 2) Je zwei Spiralen sind zu einer verbunden, so daß ihr Draht gleichsam nur ein Stück bildet, und dann drei Enden mit rr , und drei Enden mit mm in Berührung. 3) Je drei Spiralen zu einer verbunden, und 4) der Draht von sechs Spiralen

zu einem verbunden und das eine Ende mit r r, das andere mit m m vereint. Diese letztere Art der Verbindung liefert die größte Spannung des elektrischen Stromes, weil der Draht die sechsfache Länge hat. Der Commutator C wird von den gabelförmigen, auf Unterlagen von Holz befestigten Federn f und G berührt, und ihre Zinken berühren stets zwei von den Stahlingen des Commutators C. Von dem Ende der Federn führen Drähte in den Arm t t, welcher die Federn f, G trägt, der eine Draht von G nach g, der andere von T nach f. An den Enden F und G, sind Klemmschrauben angebracht, um Drähte einzuschrauben, durch welche dann Vorrichtungen, in welchen der elektrische Strom zur Thätigkeit kommen soll, in Verbindung gesetzt werden. Die Drehung der Inductionsbrollen über den Polen des Elektromagneten hinweg geschieht durch die Kurbel an dem Schwungrade, über welches ein Laufriemen nach der unten befindlichen Rolle der Achse A A geht.

Wird diese Vorrichtung in Bewegung gesetzt, so zeigen sich an den Stahlfedern des Commutators sehr lebhaft Funken, welche einen klatschenden Ton geben, und an welchen sich sehr leicht Holzspäne, Spiritus u. s. w. anzünden lassen. Die Eisentheile der Federn selbst verbrennen mit Funkensprühen. Platindraht von 12 Millimeter Länge und $\frac{1}{4}$ Millimeter Dicke wird weißglühend und schmilzt sehr oft. Die chemischen Wirkungen des so erhaltenen Stromes sind kräftig und es können solche Apparate z. B. sehr gut zum galvanischen Vergolden und Versilbern benutzt werden. Läßt man den Strom durch zugespitzte Holzkohlenstäbchen gehen, so zeigt sich, in den sich berührenden Spitzen, bei Anwendung des Apparates, welchen der Verfasser besitzt und der sechs Magnete und zwölf Inductionsbrollen hat, ein so intensives Licht, daß ein großes Zimmer dadurch vollständig beleuchtet wird.

Auf solche Art kann also, nur mit Hülfe einer mechanischen Kraft, ein elektrischer Strom hervorgerufen werden und es findet hier kein Verbrauch von Metallen und keine Zersetzung von Flüssigkeiten Statt. Die einzigen Kosten für die Unterhaltung des elektrischen Stromes sind die für den Aufwand an mechanischer Arbeit, für Wasserkraft oder Dampfkraft. Bis jetzt war es aber noch nicht möglich, Apparate der Art von einer solchen Größe zu bauen, daß sie einen hinreichend starken Strom, vielleicht wie der

einer Batterie von einhundert Elementen, lieferten, wie er zur Hervorbringung eines hinreichend intensiven elektrischen Lichtes erforderlich ist. Die Apparate selbst haben einen hohen Preis, der im Besitze des Verfassers befindliche kostet über 400 Thaler. Ein Apparat, dessen Dimensionen vielleicht noch einmal so groß wären, würde wohl mehr als das Doppelte kosten, aber in seiner Wirkung jenen nicht eben sehr bedeutend übertreffen. Dieß hat seinen Grund darin, daß die magnetische Kraft der Magnete nicht in gleichem Verhältnisse mit der Größe derselben wächst, und daß eben ein noch einmal so großer Magnet eine verhältnißmäßig nur unbedeutend größere Kraft zeigt, als der halb so große.

Da es nun leichter möglich ist, starke Elektromagnete herzustellen, als Stahlmagnete, so hat man solche Apparate construirt, bei denen die Stelle der Stahlmagnete durch Elektromagnete vertreten wird; allein man ist auch dadurch nicht zu dem gewünschten Ziele gelangt, abgesehen davon, daß durch die Anwendung der Elektromagnete die Benutzung einer galvanischen Batterie erforderlich ist.

Obgleich es nun bis jetzt nicht möglich geworden ist, hinreichend starke elektrische Ströme durch den Elektromagnetismus mit Hilfe einer mechanischen Kraft zur Thätigkeit zu bringen, so ist doch durch das, was in dieser Beziehung bereits errungen wurde, die Möglichkeit gegeben, daß man einst noch dahin kommen kann, mittelst ähnlicher Apparate elektrische Ströme in solcher Intensität hervorzurufen, daß sie auch zum Zwecke der Beleuchtung dienen können.

III.

Von den zur Hervorbringung eines auf längere Zeit gleichmäßigen, elektrischen Lichtes benutzten Apparaten.

Bringt man die Poldrähte einer Batterie miteinander in Berührung, so bemerkt man sogleich das elektrische Licht, welches um so intensiver ist, je stärker die Batterie wirkt. Bei einer 50 Pfaffenstein, elektrisches Licht.

bis 60 Elemente vereinigenden Batterie ist dieses Licht schon äußerst blendend und es bleibt ziemlich unverändert, wenn die Enden der Poldrähte einander nahe genug stehen. Man kann aber sehr leicht bemerken, daß bei dieser Lichterscheinung ein wirkliches Verbrennen der Substanz Statt findet, aus welcher die Enden der Poldrähte bestehen. Aus diesem Grunde ist auch die Farbe des so erhaltenen elektrischen Lichtes verschieden, je nach den hierbei verbrennenden Körpern. Das blendendste Licht erhält man, wenn an die Enden der Polleitungen Kohlenstäbchen angebracht werden und diese dann in Berührung kommen. Man nimmt hierzu die aus Coaks erhaltene Kohlenmasse, wie sie zur Herstellung der Kohlenzylinder zu galvanischen Apparaten verwendet werden; je härter solche Kohlenstäbchen sind, um desto geringer ist der Verbrauch. Weichere Kohlenstäbchen geben dagegen ein viel intensiveres Licht. Durch den stattfindenden Verbrauch wird natürlich die Entfernung der jetzt fast nur als Polenden benutzten Kohlenstäbchen immer größer, so daß bald der elektrische Strom unterbrochen wird und das Licht verlöscht. Will man daher ein gleichförmiges, ununterbrochen dauerndes Licht, so ist vor Allem erforderlich, daß man dafür sorgt, daß die Entfernung der Kohlenstäbchen immer eine solche bleibt, daß der elektrische Strom ohne Unterbrechung fortdauert. Alle Einrichtungen, welche man zu dem Zwecke erfunden hat, um das elektrische Licht zur Beleuchtung zu benutzen, gehen also darauf hinaus, dieses zu bewirken. Da man nun weiß, daß nicht beide Kohlenstäbchen verbrennen, sondern nur das mit dem positiven Pol der galvanischen Batterie verbundene, so ist es auch nur nöthig, daß dieses in dem Verhältnisse, wie es abnimmt, nachrücke, um von der Spitze des mit dem negativen Pol verbundenen Kohlenstäbchens in der erforderlichen Entfernung zu bleiben. Ehe wir uns daher mit der Natur des elektrischen Lichtes näher beschäftigen, wollen wir zuvor die Einrichtung der Apparate kennen lernen, die von verschiedenen Technikern und Physikern ausgeführt wurden, um ein constantes elektrisches Licht zu erhalten.

Die Einrichtung des nachfolgend beschriebenen Apparates wurde von D. Seidmacher in Dresden, in seiner Broschüre „die elektrische Sonne,“ angegeben. Sie ist zwar nicht die em-

pfählenswerthe, da dieselbe aber am Geeignetsten ist, zu erkennen, wie man den elektrischen Strom selbst benutzt hat, um die gegenseitige Stellung der Kohlenstäbchen zu reguliren, so füge ich jene Beschreibung bei, zumal der Apparat auch zugleich billig herzustellen ist und für manche Zwecke vollkommen genügt; Taf. III, Fig. 14, zeigt die Abbildung dieses Apparates. N M B ist ein Bret von etwa 30 Zoll Länge und 10 Zoll Breite. Darauf stehen erstens die zwei, etwa 8 Zoll hohen Breter A_1 , von denen hier nur das vordere sichtbar ist; zweitens der Stab B C und drittens das Bret N M O. $q^1 q^2$ ist eine 10 Zoll lange, 1 Zoll hohe und $\frac{1}{8}$ Zoll dicke Eisenschiene. Eine zweite liegt, 3 Zoll entfernt, mit ihr parallel. $q^2 q^3$ stellt ein zweites, dem ersten gleich construirtes Schienengeleis vor, von welchem die Figur auch nur die vordere Schiene zeigt.

Die Schienen sind an den Bretern N M O, A und dem Stabe B C befestigt. Auf den Schienen gehen zwei vierrädrige Wagen, welche Fig. 14 von der Seite und Fig. 15, Taf. II, von Vorne darstellt. Die Räder sind mit einem Einschnitte versehen, der genau in die Schienen paßt. Von den Stäben D und D^1 , welche die Achsen der Räder tragen, erheben sich die 6 Zoll langen, 1 Zoll breiten und $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Metallstäbe V W, $V^1 W^1$, welche oben bei W, W^1 Preßschrauben tragen, worin die zu verbrennenden Körper gelegt und mit einer Metallplatte durch die Schrauben fest angedrückt werden.

Mitten zwischen den zwei Schienen y, y^1 und ebenso zwischen y^2, y^3 , befindet sich eine Rinne von Eisenblech, die mit Quecksilber gefüllt wird, und in welche die Stäbe W V und $W^1 V^1$ mit ihren untern blanken Enden eintauchen.

An dem Brete N M O ist ein Uhrwerk angebracht. a ist das Gewicht. Die Schnur, woran es hängt, geht über das Rad der Achse m m und dreht es mit dem daran befestigten Zahnrade. Dieses Zahnrad greift in ein Getriebe, welches mit der Achse $m^1 m^1$ verbunden ist. An derselben Achse $m^1 m^1$ befindet sich ein anderes Zahnrad, das in das Getriebe der Achse $m^2 m^2$ greift. An der Achse $m^2 m^2$ sind noch zwei breite Flügel. Die Räder müssen sich drehen, wenn das Gewicht a herabsinkt. — Die um das Rad der Achse m m gehende Schnur ist an dem Rade bei p, das 4 Zoll

Durchmesser hat, befestigt und um dasselbe geschlungen. Eine zweite an diesem Rade befestigte und darum geschlungene Schnur läuft über eine Rolle r' und zieht den Wagen D' nach Rechts. — Mit dem Rade p ist ein anderes q von 1 Zoll Durchmesser fest verbunden. Eine um dieses Rad geschlungene Schnur geht über die Rolle r und zieht den Wagen D nach Links. Hat man nun beide Wagen auseinandergestellt, so werden sie durch das Gewicht a wieder zusammengezogen. Das gegenseitige Annähern der Wagen erfolgt langsam, da das ganze Räderwerk in Bewegung gesetzt werden muß.

Der Wagen D' wird um 4 Zoll vorrücken, wenn der andere D um 1 Zoll sich fortbewegt. Es ist dieses nach der Angabe Seidmacher's erforderlich, indem er meint, daß die Kohle C' , auf welche die positive Electricität von dem Eisen E' in die Batterie Fig. 16, Taf. III übergeht, sich schneller verzehre, als die Kohle c , auf welche die negative Electricität von dem Zinke z übergeleitet wird. Seidmacher meint nun, daß auf solche Weise, durch die verschiedene Geschwindigkeit der die Kohlenstäbchen tragenden Wagen, der Punct, wo die Verbrennung Statt findet, ziemlich genau auf derselben Stelle erhalten werden. Das ist ein Irrthum und wir werden später sehen, daß die negativ-elektrische Kohle nicht nur nicht verbrennt, sondern daß sogar Kohlentheilchen von der positiv-elektrischen Kohle auf die Spitze der negativ-elektrischen übergeführt werden. Kommt es übrigens nicht darauf an, daß der Verbrennungspunct unverändert derselbe bleibe, so läßt sich der beschriebene Apparat recht gut gebrauchen.

Die beschriebene Einrichtung ist begreiflich noch nicht genügend, um die angegebene, erforderliche Bewegung der Kohlenstäbchen zu bewirken und es ist daher mit dem Uhrwerke noch eine besondere Vorrichtung verbunden.

Von E' , Fig. 16 aus geht ein Leitungsdraht von $\frac{1}{4}$ Zoll Stärke spiralförmig um ein ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll dickes und etwa 10 Zoll langes, hufeisenförmig gebogenes, weiches Eisenstück. Dieses Eisenstück ist vor der Umwicklung mit Draht mit seidenem Band umgeben, gefirnißt und dann von dem Kupferdraht so umwickelt, daß sich die einzelnen Windungen desselben untereinander nicht berühren.

Ein solches weiches, mit Draht spiralförmig umwickeltes Eisen bildet einen Electromagnet. Er bekommt in dem Augenblicke magnetische Kraft, in welchem der elektrische Strom durch den die Umwindung bildenden Kupferdraht geht.

Solange nun der elektrische Strom von einem Kohlenstabe zum andern gehen kann, bleibt der Electromagnet thätig. Der Anker desselben, $h' h''$, wird angezogen, dreht sich um den Punct h'' und der daran befindliche und unter h zugespitzte Haken $h' h$ hemmt einen der Flügel, die an der Achse $m^2 m^2$ angebracht sind. In dem Augenblicke, wo der elektrische Strom nicht mehr von einem Kohlenstücke zum andern übergehen kann, verschwindet das elektrische Licht und es verliert auch der Electromagnet seine Kraft. Der Anker wird nicht mehr von demselben angezogen, dagegen zieht diesen die Feder f aufwärts; das Uhrwerk kommt in Gang und die Wagen mit den Kohlenstücken rücken dadurch näher aneinander, so daß das elektrische Licht sofort wieder entsteht.

Wenn Alles in gehöriger Ordnung ist, nimmt der elektrische Strom seinen Weg vom ersten Eisenstücke E' der Batterie durch $l x^2$, um den Electromagnet b nach $l' l^2$ in das Quecksilber bei y^3 , durch den Stab $v' w'$, die Kohlenstäbchen $c' c$, durch den Stab $w v$ in das Quecksilber nach y, L^2, L^1, x^1, L, p und zum Zink z^8 (oder z^{50} bei 50 Elementen). Den ganzen Weg müssen selbstverständlich Leiter der Electricität bilden, die an den Uebergangsstellen, wie bei $E^1, x^2, q^2, v^2, w^1, w, v, y, x^1$ und p , vor jedem Gebrauche des Apparates blank gepußt werden müssen, weil die oxydirten Metalle nicht mehr Leiter der Electricität sind.

Häufig sind solche Vorrichtungen noch mit einem Spiegel versehen, der das Licht nach einer bestimmten Richtung hinwirft. Ein solcher Spiegel ist auch, z. B., nothwendig, wenn der Apparat zur Darstellung eines künstlichen Sonnen Auf- und Unterganges auf Bühnen benutzt werden soll, denn dann will man ja eine scheibenförmige, leuchtende Fläche, wie uns die Sonne erscheint, darstellen. Man erreicht dieß durch einen parabolischen oder Kugel-Spiegel, der so angebracht wird, daß das elektrische Licht sich in dem Brennpuncte befindet. Für den genannten Zweck wird denn wohl auch noch, um das blendende Licht zu mildern, vor dem

...

Spiegel ein mattgeschliffenes Glas oder ein Schirm von Gaze aufgestellt.

Fig. 17, Taf. II, stellt den Hohlspiegel R S dar. In t ist das elektrische Licht. Die Strahlen werden dann bekanntlich so reflectirt, daß sie unter sich parallel auf den Schirm V W fallen. Der Schirm muß etwa 6 Zoll von der Stelle entfernt sein, wo das elektrische Licht erzeugt wird, damit zwischen R V und S W ein Luftstrom hindurchgehen und die erforderliche Abkühlung bewirken kann. Wird ein Ganzschirm benutzt, so muß eine gewöhnliche Glastafel davor gestellt werden, damit das Zeug nicht entzündet wird. Die Oeffnung der Spiegel kann, wie der Radius der Kugel, von welcher er gleichsam einen Theil bildet, 14 Zoll sein. Die Brennweite beträgt in diesem Falle 7 Zoll.

Einen anderen Apparat der Art construirte der Mechanikus Stöhrer in Leipzig; er ist sehr einfach und wirkt dennoch, wenigstens in kürzeren Zeiträumen, ziemlich sicher. Fig. 18, Taf. V, stellt die Einrichtung des Apparates dar. Von der Klemmschraube a, in welche der positive Poldraht kommt, geht der elektrische Strom durch einen Kupferdraht nach b, von da durch einen horizontalen Messingstab, dessen Mitte durch eine rechteckige Hülse gebildet wird, auf den in dieser Hülse verschiebbaren Messingstab c d über, welcher letztere das positive Kohlenstäbchen trägt.

Nachdem nun der elektrische Strom von dem positiven zum negativen Kohlenstäbchen übergegangen ist, wird er durch einen metallenen Bogen von f über g nach h herübergeleitet, von wo aus er durch einen Kupferdraht in die Umwindungen eines Elektromagneten geht, aus denen er endlich zur Klemmschraube k gelangt, in welche der negative Poldraht der galvanischen Batterie eingeschraubt ist.

Die beiden Kohlenspitzen befinden sich in dem Brennpuncte eines neusilbernen, parabolisch gekrümmten Hohlspiegels, welcher mittelst dreier Schrauben von einem metallenen Ringe getragen wird. Dieser nach Unten offene Ring läuft in zwei verticale Metallstäbe aus, mittelst deren er auf einem starken Brete befestigt ist, wie es Fig. 18 u. 19, Taf. V zeigt.

Zwischen diesen beiden verticalen Metallstäben sind nun zwei Messingstäbchen, nämlich einer bei h und einer bei l, in horizon-

taler Richtung so befestigt, daß sie durch Holzscheibchen von den verticalen Stäben getrennt sind, also keine metallische Verbindung zwischen diesen horizontalen Stäbchen und den verticalen Trägern des Ringes besteht, wie aus Fig. 19 deutlich zu ersehen, wo der entsprechende Theil geometrisch und mit Hinweglassung des Hohlspiegels gezeichnet ist.

Jedes der beiden horizontalen Stäbchen trägt in der Mitte eine rechteckige Hülse, in welcher der rechteckige Stab *c d* auf- und abgeschoben werden kann, welcher oben das untere Kohlenstäbchen trägt.

Das obere Kohlenstäbchen ist an einem Messingstabe befestigt, der, in einer auf dem Gipfel des vorher erwähnten metallenen Ringes befestigten Hülse verschiebbar, mittelst einer Stellschraube in der gehörigen Stellung festgehalten werden kann.

Am untern Ende des vierseitigen Stabes *c d*, welcher das untere Kohlenstäbchen trägt, ist ein horizontales Messingstäbchen befestigt, von welchem eine Schnur in die Höhe geht, welche, über eine Rolle *r* geschlungen, das Gewicht *s* trägt. Durch dieses Gewicht wird nun der Stab *c d* in die Höhe gezogen, also die untere Kohlenspitze der oberen feststehenden genähert.

Hat man nun zuerst mit der Hand durch Verschiebung des Stabes *c d* die beiden Kohlenspitzen in Berührung gebracht, so wird der elektrische Strom auch den erwähnten Elektromagnet umkreisen, welcher nun den Anker *p p*, Fig. 18, anzieht und dadurch den Knopf *t* gegen die Stange *c d* anpreßt. An der, gegen die Stange *c d* gewendeten Seite ist der Knopf *t* mit einer Korkplatte versehen, so daß durch das Anpressen des Knopfes *t* gegen die Stange *c d* eine Hebung derselben durch das Gewicht *s* verhindert wird. Sobald nun aber die positiv-elektrische Kohle zu weit abgebrannt ist, nimmt die Stärke des elektrischen Stromes ab, die Spiralfeder *V* zieht den Anker *p* und den Knopf *t* wieder etwas zurück, was eine kleine Erhebung der positiven Polspitze zur Folge hat, welche aber sogleich wieder aufhört, sobald durch die Annäherung der Spitzen der Strom wieder stark genug geworden ist, um ein kräftigeres Anpressen von *t* gegen *c d* zu bewirken.

In ähnlicher Weise wie bei den beiden beschriebenen Apparaten ist bei allen anderen stets die Thätigkeit des elektrischen



Stromes zur Hervorrufung einer magnetischen Kraft benutzt, um dadurch die Stellung der Kohlenstifte zu reguliren, damit sie immer in einer solchen Entfernung zu einander bleiben, daß der von der Batterie ausgehende elektrische Strom nicht unterbrochen wird.

Auch bei dem in Fig. 20, Taf. IV dargestellten Apparate, von dem Engländer Watson construirt, ist diese elektromagnetische Kraft benutzt, um die Kohlenstäbe in der erforderlichen Stellung zu erhalten. Der Apparat giebt allerdings ein fast ganz gleichmäßiges Licht, seine Einrichtung ist aber weit complicirter als die früher beschriebenen.

Die genannte Figur zeigt den Watson'schen Apparat in der Seitenansicht, zum Theil auch im Durchschnitt. Ein Elektromagnet befindet sich in A. Er wird magnetisch gemacht durch einen bei B eintretenden, mit einem Pol der galvanischen Batterie in Verbindung stehenden Draht. Das andere Ende der Drahtwindung steht mit dem Fuße der Lampe in Verbindung. Der Anker des Magnetes, C, ist an dem unteren Ende eines Stäbchens D befestigt, das seinerseits wieder mit dem oberen Ende an dem langen Arm E eines Hebels hängt, der seinen Drehpunct in F hat. Der kurze gabelförmige Arm des Hebels, G, umfaßt den Muff I. Wenn der Elektromagnet nicht wirkt, wird der lange Hebelarm E von der Spannfeder H fortwährend hoch gehoben und die Gabel des kürzeren Hebelarmes wirkt nicht auf den Muff. Letzterer ist zweitheilig und geht bei I in Scharnieren. Wird der Elektromagnet thätig und in Folge dessen der Anker C angezogen, so hebt sich das Gabelende des kürzern Hebelarmes, streift aufsteigend die Regelfläche des Muffs, dieser packt die Spindel K, die dann mit ihm gehoben wird. Die Spindel K hat unten eine Hülse L mit Stellenschraube zur Befestigung des Kohlenstäbchens M, während das untere Kohlenstäbchen N in der feststehenden Hülse O auf dem Untersatze P sich befindet.

Zwei biegsame Drähte Q verbinden die Spitze des Apparates mit der Vorrichtung, welche das obere Kohlenstäbchen trägt, durch die Klemmschraube R an der Spitze der Spindel K. Der andere Draht geht links zum einen Pol aus dem Fußgestelle heraus. Die Kette ist so hergestellt.



Da die abgemessene Wirkung des Apparates auf die Regulirung der Entfernung der Kohlenspitzen voneinander beruht, so hat Watson, diese zu sichern, die Vorrichtung bei S angebracht, aus einer Hülse bestehend, die im Stande ist, sich um eine Eindrehung der Säule T zu wenden. Diese Hülse besitzt eine Mutter-schraube, welche über die Schraube eines Röhrenstückes im Innern eingreift, so zwar, daß, wenn die Hülse sich dreht, durch die Schraubenbewegung das Röhrenstück und damit zugleich der Träger U und Hebel E G emporgehoben werden. Somit wird durch das Drehen der Hülse, rechts oder links, der Anker C am Stäbchen D, entweder von dem Elektromagneten weggezogen oder demselben genähert und dadurch die Inductionskraft vermindert oder vermehrt. Der Theil der Säule T oberhalb der Hülse ist geschlizt, behufs des Durchganges von Hebelarm E, dessen Bewegung aber seine bestimmten Grenzen hat. Die Thätigkeit des unteren Theiles des Apparates ist folgende: Der Strom, der die Kraft im Elektromagnet A inducirt, bringt auch den Elektromagneten V W in Thätigkeit, ehe und bevor er in den Körper des Apparates tritt. Der Elektromagnet W zieht die Armatur X an sich, die an einem krummen Hebel befestigt ist, der seinerseits sich wagerecht um den Stehzapfen Y drehen kann, aber von der Annäherung an den Elektromagneten zurückgehalten wird vermöge der Spannfeder Z, so lange nämlich, als der elektrische Strom nicht durch den Draht des Elektromagneten geht. Am andern Ende dieses Krummhebels befindet sich die Federklinke a, die in ein Klinrad b greift und es dreht, wenn die Armatur bewegt wird. Dieses Klinrad b sitzt fest auf einem geschlizten Röhrenstück c, das im Lagernäpfchen d der Bodenplatte aufruht. Jenes Röhrenstück c geht innerhalb des feststehenden, mit inwendigem Schraubengang versehenen Rohres e, welches somit eigentlich nichts Anderes, als eine lange Schraubenmutter ist, hinauf. In dieser Mutter arbeitet die Schraube f, welche auf dem Röhrenstück c sitzt und darauf durch Schliz und Feder befestigt ist. Somit wird, wenn das Klinrad b sich dreht, die kurze Schraube f genöthigt, sich in ihrer Mutter zu drehen. Ein Schieber g an jener Schraube stößt das Kohlenstäbchen N durch das Rohr c und Hülse O, worin es

und durch die Feder Z zurückgehalten wird.

sich befindet, hinauf. Die beschriebene Bewegung hat Aehnlichkeit mit der in den bekannten stets gespitzten Bleistiften in Hülsen.

Die Thätigkeit des Magneten A erregt eine gleiche im Magneten W, letztere aber wirkt aufsteigend. Demnach wird durch die gleichzeitige Wirkung auf beide Pole der Punct, wo das Licht entsteht, unverändert in gleicher Höhe erhalten. Daß, sobald der elektrische Strom eine Schwächung oder Unterbrechung erleidet, die elektromagnetische Thätigkeit unterbrochen wird, und daß sie dann die Armatur oder den Anker C hebt, indem die Spannfeder H den Hebelarm E emporzieht, ist leicht aus der Einrichtung ersichtlich. Sobald dieß geschieht, läßt das Gabelende des Hebels den Muff I frei, die Spindel K, mit dem Kohlenstäbchen M sinkt, es wird dadurch die richtige Entfernung der Kohlenspitzen voneinander wiederhergestellt und die Thätigkeit des Elektromagneten beginnt von Neuem. Bringt man an den Apparat einen parabolischen Spiegel r s an, in dessen Brennpunct sich das elektrische Licht bildet, so kann die Vorrichtung zur Darstellung der Prophetensonne benutzt werden. Die ganze Spiegelfläche erscheint dann, da das Licht von allen Theilen des Spiegels reflectirt wird, als eine prachtvoll glänzende Sonnenscheibe. Umgiebt man die Kohlenstäbe mit einer mattgeschliffenen Glasugel, so daß das elektrische Licht sich innerhalb derselben bildet, so wird zwar der blendende Glanz des elektrischen Lichtes bedeutend vermindert, dagegen aber die Lichtvertheilung gleichmäßiger.

Ein sehr gut wirkender Apparat zum Beleuchten mittelst der Electricität ist von dem Engländer Staite construirt. Derselbe hat folgende Einrichtung: Fig. 44, Taf. XII, ist eine äußere Ansicht dieses Apparates, Fig. 45, Taf. XI, ein senkrechter Durchschnitt auf der Linie W x von Fig. 46, Taf. XI; Fig. 46 ist ein Querdurchschnitt auf der Linie y z von Fig. 44.

M und N sind Kohlenzylinder, welche als Elektroden dienen, d. h., der elektrische Strom geht, wenn sie mit ihren Enden einander gegenüber stehen, von dem einen zum andern über; man läßt sie $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll voneinander abstehen, je nach der Stärke des Stromes. Die obere Elektrode N steckt vertical in einem Loche, welches oben im metallenen Träger oder Dreifuß K angebracht ist und wird darin durch Stellschrauben befestigt. Die unteren Enden

der Dreifußbeine gehen durch Löcher in der kreisrunden Hauptplatte A, und werden durch Schrauben mit Müttern festgehalten, aber durch Holzstücke a, a von der Platte isolirt. Diese Beine haben an ihren Enden Stellschrauben L, L, um sie sämmtlich mit einem Leitdrahte in Verbindung zu setzen, der mit einem Ende der Drahtwindung des Regulators R verbunden ist; das andere Ende der Regulatorwindung ist zur Klammer B² geführt, die mit einer Stellschraube an der Seite des viereckigen, hölzernen Fundaments B angebracht ist, auf welchem der Apparat steht; an den Ecken des Fundaments sind kurze Füße b, b, b, b angebracht, um einigen unter der Basis hervorstehenden Theilen des Apparates Platz zu gewähren. C und D sind Regel, welche von entgegengesetzten Seiten des Apparates ausgehen und deren gemeinschaftliche Achse rechtwinkelig durch eine Oeffnung im Centrum der Hauptplatte A geht. Die Spitzen dieser Regel sind durchbohrt, um die verticale mittlere Achse O aufzunehmen, welche an ihrem obern Ende eine Dille für die untere Elektrode M hat; diese Dille ist mit Stellschrauben d, d versehen, um die Elektrode, selbst wenn sie die Dille nicht ausfüllt, vertical im Centrum derselben zu erhalten; die Dille ist unten, wo sie das untere Ende der Elektrode aufnimmt, kegelförmig. Die Achse O ist unter der Dille cylindrisch, und zwar ist dieser Theil so lang, als der Abstand zwischen den Spitzen der Regel C und D; um soviel kann auch die Achse in die Höhe gehen, zur Ausgleichung dessen, um was eine der Elektroden während des Gebrauches (der Lichtentwicklung) kürzer wurde; dieser Theil der Achse bewegt sich frei in der Seitenöffnung des oberen Regels. Unter ihrem cylindrischen Theil ist die Achse ebenso lang mit einem Gewinde versehen, welches eine Steigung von einer Linie hat; dasselbe dreht sich in einer in der Spitze des unteren Regels D befestigten Mutter e und geht durch die Mitte eines hohlen Cylinders oder einer Hülse P hinab, welche innen mit zwei Nuthen (f, f, Figg. 45 und 46, Taf. XI) versehen ist. Ein metallenes Querstückchen Q ist unten an die Achse O geschraubt und paßt genau in die Nuthen an den Seiten der Hülse P, so daß es in ihr auf- und abgleiten kann. Wenn also die Hülse P zum Umdrehen gebracht wird, so dreht sie die Achse O mittelst Q mit herum und macht sie durch ihre in der Mutter e sich dre-

hende Schraube steigen oder sinken, daher die Achse O, welche die Elektrode M in ihrer Dille führt, mit der verticalen gleichzeitig eine rotirende Bewegung erhält, wodurch eine gleichmäßige Abnutzung der Elektroden bezweckt wird. Die Hülse P dreht sich um einen Zapfen g auf dem Boden einer runden Metallbüchse H, die in ein Loch im Boden der Messingplatte G geschraubt ist; letztere ist an die obere Fläche des hölzernen Fundaments B befestigt. Die berührenden Oberflächen am Zapfen g sind zur besseren Leitung des Stromes mit Silber überzogen. Das obere Ende der Hülse P nimmt den unteren Theil der feststehenden Schraubenmutter e auf, so daß sich die Hülse um dieselbe wie um eine Achse drehen kann. Am oberen Theile von P befindet sich ein Rad S mit 40 schiefstehenden Zähnen, welches durch eine horizontal liegende doppelgängige Schraube T (mit $\frac{1}{10}$ Zoll Steigung) umgedreht wird. An dem einen Ende der Schraube ist ein Kronrad U mit 40 Zähnen befestigt, welches durch die Getriebe V und W auf einer verticalen Spindel in Bewegung gesetzt wird. Diese Getriebe stehen etwas weiter auseinander, als der Durchmesser des Kronrades U beträgt und greifen in letzteres von entgegengesetzten Seiten ein, so daß, wenn die Spindel X etwas gehoben wird, das untere Getriebe V (mit 8 Zähnen) in die untere Seite des Kronrades eingreift; sinkt hingegen die Spindel, so kommt das untere Getriebe außer Eingriff, das obere Getriebe W greift in die obere Seite des Kronrades ein, und die Spindel, indem sie fortfährt, sich in derselben Richtung wie vorher zu bewegen, theilt dem Kronrade eine umgekehrte Bewegung mit. Wird die Spindel in der mittleren Höhe gehalten, so greift keines der Getriebe in das Kronrad ein, welches also in Ruhe bleibt. Die Spindel X wird in ihrer Stellung dadurch erhalten, daß sie durch eine Oeffnung in der Mitte der Platte F geht, welche an drei Säulen c befestigt ist; das obere Ende der Spindel geht durch ein Loch in der Mitte des Bodens einer runden Messingbüchse I, welche an der Seite des unteren Kegels D, oder an der unteren Seite der Hauptplatte A befestigt ist. Die Büchse I enthält einen Centrifugalregulator Y, aus einem Uhrfederstückchen bestehend, welches S-förmig gebogen ist, an seinen Enden zwei kleine Gewichte h', h trägt und horizontal auf das obere Ende der Spindel aufgesteckt ist. Wenn die

Spindel sich zu schnell dreht, fliegen die Gewichte der Feder durch die Centrifugalkraft auswärts und beginnen die Seiten der freisrunden Büchse zu berühren und sich daran zu reiben, wodurch die Bewegung der Spindel gemäßigt wird; ein solcher Regulator bringt mehr Gleichförmigkeit in die Bewegung, als die gewöhnlichen Flügel, welche durch den Widerstand der Luft wirken. Gerade unter diesem Centrifugalregulator befindet sich ein Querstück *i*, welches quer durch die Spindel *X* gesteckt ist, so daß, wenn sich die Spindel in ihrer mittleren Höhe befindet, wo keines ihrer Getriebe mit dem Kronrade in Eingriff ist, die Enden des Querstücks *i* in einem Aufhälter *k* begegnen, der aus irgend einem Theile des Apparates, z. B., dem Regel *D*, hervorsteht und so das Umdrehen der Spindel aufhalten kann, während, sobald die Spindel steigt oder sinkt, das Querstück dem Aufhälter nicht mehr begegnet, sondern über oder unter demselben weggeht und der Spindel gestattet, ihre Umdrehungen wieder zu beginnen, gerade ehe eines der Getriebe in das Kronrad eingreift. Die Spindel wird mittelst eines Zahnrades *Z*, welches gerade unter der mittleren Platte *F* an sie gesteckt ist, mit dem beständigen Bestreben, sich in einer Richtung umzudrehen, in Gang gesetzt und erhalten. Das Rad *Z* wird durch ein zwischen der mittleren und unteren Platte *F* und *G* angebrachtes Uhrwerk (mit Feder) *W* getrieben; dieses Rad ist so breit, daß die Auf- und Abbewegung, welche die Spindel zuläßt, es nicht außer Eingriff mit dem nächsten Rade des Triebwerkes bringt.

Die Spindel *X* mit ihren Getrieben wird auf folgende Art auf- und abbewegt, um die Entfernung der Elektroden (je nachdem es für das Licht erforderlich ist) zu verändern: die Spindel endigt sich gerade unter dem Triebrade *Z* und steht auf einer Eisenbeinplatte *n* auf, welche von einem kurzen, verticalen Messingstäbchen *o* getragen wird, dessen unteres Ende in ein Loch auf der oberen Fläche eines vollen Cylinders *p* von weichem Eisen geschraubt ist.

Letzterer kann sich frei auf- und abbewegen im Centrum einer Spule *q*, welche mit isolirtem Kupferdraht umwickelt ist; das eine Ende dieses Drahtes ist, wie bereits erwähnt, an die Klemmschraube *B* geführt, welche ihn mit dem positiven Pol der Batterie verbindet, das andere Ende aber mit dem Drahte, welcher durch

die Klemmschrauben L geht. Die Spule q des Regulators ist auf das hölzerne Fundament B befestigt; über sie paßt eine Kappe r aus weichem Eisen; dieses Metall erstreckt sich aber nicht bis zum Centrum der Spulenöffnung (durch welche das Messingstäbchen o geht), sondern die Mitte des oberen Theiles der Kappe besteht aus Messing, welches an das Eisen gelöthet ist und die Hälfte vom Durchmesser der eisernen Kappe beträgt. Der elektrische Strom, welcher durch die Windung des Regulators R geht, bringt, je nach seiner Quantität, den eisernen Cylinder p zum Steigen oder Sinken und dadurch wird auch die auf letztem ruhende Spindel X zum Steigen oder Sinken gebracht. Unten am eisernen Cylinder ist ein Häkchen angebracht, woran man ein Gegengewicht F' von solcher Schwere hängt, daß der Cylinder gerade in's Gleichgewicht gesetzt oder bereit gehalten wird, in die Höhe zu steigen, wenn der Abstand der Elektroden ein solcher ist, daß der elektrische Strom ein stätiges und höheres Licht erzeugen kann. Am unteren Ende des eisernen Cylinders ist ein kleiner vorstehender Rand s angebracht, worauf die Messingscheibe t (Fig. 45, Taf. XI) ruht; diese wird, wenn der Cylinder unter den neutralen Punct sinkt, an ihrem Rande von einem Messingringe U unterstützt und bleibt hinter dem Cylinder zurück, wenn derselbe noch tiefer sinkt, wodurch also sein Gewicht erleichtert wird; steigt hingegen der Cylinder über den neutralen Punct, so muß er das ganze Gewicht der Messingscheibe t mit heben. In Folge dieser Anordnung hat der Cylinder ein Bestreben, auf dem neutralen Punct stationär zu bleiben, d. h., demjenigen Punct, wo das Steigen der Spindel X das Querstück i in Stand setzt, mit dem Aufhälter k in Berührung zu kommen, um der Rotation und folglich einer unnützen Thätigkeit des Apparates Einhalt zu thun, bis der elektrische Strom sich der Art verändert hat, daß eine Regulirung des Abstandes der Elektroden nöthig wird.

Der Messingring u, welcher der Messingscheibe t als Stütze dient, wird an einem Messingstreifen w befestigt; eine im Fundament B angebrachte Schraube mit gerändertem Knopfe wirkt auf diesen Streifen, um die Höhe des Ringes u adjustiren zu können.

Das oben erwähnte gleitende Querstückchen Q (in der Hülse P) ist in Fig. 47, Taf X, besonders abgebildet; man schraubt an

eine Seite desselben eine Feder aus hartem Messing, die es beständig gegen die Seiten der Nuthen andrückt, um eine gute Leitung des elektrischen Stromes zu sichern, welcher von der Achse in das Querstückchen und aus diesem in die Hülse geht.

Die Schraube T ist nicht ganz horizontal, sondern etwas geneigt, weil das untere Getriebe V etwas kleiner ist, als das obere und daher der untere Rand des Kronrades U der Achse der Spindel X etwas näher stehen muß.

Ueber den oberen Ke gel C stülpt man einen Ke gel von weißem Glas oder Porzellan E³, welcher am Rande etwas aufgebogen ist (Fig. 44, Taf. XII und Fig. 45, Taf. XI); durch denselben wird das Licht besser reflectirt und Staub oder von den Elektroden etwa abfallende Asche aufgefangen.

Ueber die Elektroden M und N und deren Gestell K bringt man einen Glassturz, welchen man auf der Hauptplatte A befestigt; in diesem Glassturze befinden sich kleine Oeffnungen zum Einziehen von Luft, wenn man es nicht vorzieht, in der Platte A zwei leichte Ventile anzubringen, wovon sich eins nach Innen, das andere nach Außen öffnet.

Der Draht der Regulatorwindung muß wenigstens $\frac{1}{8}$ Zoll dick sein, damit er sich beim Durchgang des elektrischen Stromes nicht zu sehr erhize; man macht daher auch den Regulator so groß, als es die Dimensionen des Apparates gestatten.

Zwei kreisrunde Messinggewichte a, a passen übereinander auf dem Elfenbeinplättchen n, n, welches den Zapfen der Spindel x trägt; sie dienen zur leichteren Regulirung des Gewichtes F' am eisernen Cylinder p.

Will man schwache elektrische Ströme anwenden, so muß die Spindel x und ihr Zubehör sehr leicht sein; der eiserne Cylinder kann in diesem Falle hohl sein, doch soll das Metall desselben nicht weniger als eine Linie dick sein.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes dient eine Batterie mit 100 Zellen, in deren jeder nach Erforderniß $1\frac{1}{2}$ — 15 Gran Zink per Minute verzehrt werden.

Der Draht vom positiven, d. h., vom Zinkpol der Batterie wird mit der Klemmschraube B² verbunden, welche als Conductor des Stromes durch die Regulatorwindung und dann zur oberen

Elektrode hinauf dient. Der Draht des negativen Pols der Batterie wird mit der Klemmschraube B³ verbunden, welche durch einen Kupferstreifen mit der Bodenplatte G des Apparates in Verbindung ist, so daß der vom untern Ende der obern Elektrode N an die Spitze der untern Elektrode M übergehende Strom von letzterer durch die mittlere Achse O, das Querstückchen Q, die Hülse P und von deren Zapfen in die Metallbüchse H übergeht, welche ihn zur Platte G leitet, womit sie in metallischer Verbindung steht, und von da durch den Kupferstreifen an die andere Klammer, von welcher aus er durch den negativen Draht der Batterie zurückkehrt.

Man leitet den Strom zuerst durch die in Contact befindlichen Elektroden, worauf der gehörig beschwerte Regulator die Spindel X hebt und der Apparat so in Thätigkeit kommt, daß er die Achse O abwärts schraubt und dadurch die Elektroden allmählig auseinander treibt, worauf das Licht zwischen ihnen zum Vorschein kommt.

Um die aus Kohlenstoff bestehenden Elektroden zu bereiten, stößt man ungefähr gleiche Quantitäten Steinkohle von mittlerer Güte und präparirter Coaks, welche unter dem Namen Church's Patentcoaks bekannt sind, zu feinem Pulver. Das innige Gemenge derselben wird in geschlossene schmiedeeiserne Formen gebracht, worin es die Gestalt von Blöcken erhält, die man dann in Stücke von der erforderlichen Gestalt zersägt. Die gesformte Masse darf nicht über 3—4 Zoll im Durchmesser haben, weil sie sonst leicht Risse bekommt. Das Gemenge wird in den Formen der Hitze und starkem Drucke ausgesetzt, bis es eine sehr dichte und feste Masse bildet. Dieselbe taucht man in heißem Zustande kurze Zeit in (trocken) geschmolzenen Zucker, zieht sie dann heraus, läßt sie erkalten und legt sie zwischen Holzkohlen in einen verschlossenen Behälter, welcher allmählig bis zum Rothglühen erhitzt wird, worauf man die Temperatur noch bis zum intensiven Weißglühen steigert; auf letzterer wird der Behälter viele Stunden oder auch 2—3 Tage erhalten. Nun kann man die noch heiße Masse ein zweites Mal in geschmolzenen Zucker tauchen und wie vorher wieder ausglühen; dadurch werden die Poren der Kohle, wenigstens auf der Außenseite, noch sicherer verstopft.

Von den cylindrischen Elektroden kann die untere etwa 8 Zoll lang sein; je kleiner ihr Durchmesser ist, desto intensiver ist das Licht; je größer aber ihr Querschnitt ist, desto länger wird sie mit einem gegebenen elektrischen Strom ausdauern. Die obere Elektrode braucht nicht besonders lang zu sein; man giebt ihr ein Drittel der Länge und die halbe Dicke der untern.

Ein Apparat von eigenthümlicher Einrichtung ist der von dem englischen Ingenieur Allman. Er enthält wesentliche Verbesserungen. Aus der Beschreibung werden unsere Leser ersehen, wie Allman bereits Einrichtungen zur Regulirung des Stromes benutzte, welche mit denen von Lacassagne und Thiers, die wir später beschreiben werden, viel Aehnlichkeit haben oder richtiger ganz auf demselben Princip beruhen.

Bei der Beschreibung desjenigen Theils seiner Erfindung, welcher sich auf die mit den Elektroden in Verbindung stehende Anordnung oder denjenigen Theil der Volta'schen Kette, an welchem das Licht erzeugt wird, bezieht, macht Allman auf gewisse Bedingungen aufmerksam, welche der Erzeugung des elektrischen Lichtes sehr günstig sind, deren Erfüllung aber manche practische Schwierigkeiten im Wege stehen. Das Licht wird am Besten entwickelt, indem man die galvanische Kette unterbricht und an dieser Stelle zwei Kohlenstücke einander gegenüber oder ein Kohlenstück am positiven und ein Platin- oder Iridiumstück am negativen Pole anbringt. Eine große Schwierigkeit in der Erzielung eines stetigen und dauernden Lichtes besteht in der Nothwendigkeit, folgende Bedingungen zu erfüllen. Die Elektroden, zwischen denen die Kette unterbrochen ist, müssen 1) miteinander in Berührung sein, bevor die Kette unterbrochen wird; 2) müssen sie bis zu einem Abstände voneinander getrennt werden, der von der Quantität, Intensität und dem Widerstande des Stromes abhängt; 3) der Abstand der Elektroden muß von den Veränderungen, denen der Strom in Folge der Abnutzung der Elektroden und aus andern Veranlassungen unterworfen ist, abhängig gemacht werden. Zur Erreichung dieses Zweckes sind verschiedene Anordnungen, jedoch ohne von einem genügenden, practischen Erfolge begleitet zu sein, vorgeschlagen worden. In vorliegender Erfindung ist jedoch der Zweck mit Sassenstein, elektrisches Licht.

Hülfe einer einfacheren, sichereren und öconomischeren Anordnung erreicht.

Bei der hierauf sich beziehenden Einrichtung trennt der nämliche elektrische Strom, welcher das Licht erzeugt, die Elektroden und hält sie zugleich in dem erforderlichen Abstände voneinander; a, a, Fig. 48 und 49, Taf. XIII, ist ein aus mehreren Stahllamellen zusammengesetzter permanenter Magnet. Dieser ist um die Achse c c, zwischen den Spitzen b, b drehbar; d ist das Gestell, welches die Lamellen vereinigt. Unmittelbar über dem Magnet und parallel mit ihm ist eine horizontale, aus ungefähr 24 Windungen bestehende, mit einem isolirenden Material überzogene Spirale a', a' aus Kupferdraht oder Kupferband angeordnet. Verbindet man die Pole der Batterie mit dieser Vorrichtung und leitet den galvanischen Strom durch den Apparat, so tritt er bei e ein und umkreist in der Spirale den Magnet a; von da tritt er vermittelst der Klemmschraube f durch einen Streifen dünner Silberfolie g in den Elektrodenhalter h und von da in die obere Elektrode h'; von dem unteren Ende der letzteren geht er nach der unteren Elektrode i und ihrem Halter j, und von da durch den Leitungsdraht k und l in die Batterie zurück. Die Rollen x, x, x sind nicht wesentlich nothwendig; sie dienen zur Leitung des oberen Halters h und zur Erleichterung der auf- und niedergehenden Bewegung desselben.

Indem nun der elektrische Strom den Apparat durchläuft, bringt er folgende Erscheinungen hervor. Erstlich lenkt er den Magnet a so ab, daß dieser die Elektroden voneinander trennt, indem er den Halter h der oberen Elektrode mittelst des Gelenkes m hebt; zweitens erzeugt er an den Kohlenenden oder Elektroden h' und i das elektrische Licht. Durch das an der Achse des Magneten a befestigte Gewicht n werden die Elektroden vor der Umkehrung des Stroms, oder bei Unterbrechung desselben in Berührung erhalten; wenn aber der Strom umgekehrt wird, so veranlaßt die Ablenkung des Magnetstabes a die Trennung der oberen Elektrode h' von der unteren i. Somit sind die zwei ersten nothwendigen Bedingungen erfüllt, nämlich die anfängliche Berührung und nachfolgende Trennung der Elektroden. Die dritte Bedingung, daß sich nämlich die Elektroden nur bis zur gehörigen

Distanz öffnen dürfen, ist eine nothwendige Folge der durch obige Anordnung erfüllten Bedingungen; denn da die Trennung der Elektroden durch die Einwirkung des galvanischen Stromes auf den Magneten hervorgebracht wird und da eine zu weite Trennung nach der Berührung den Strom vernichten würde, da ferner die Elektroden und das Gewicht n in beständiger Berührung erhalten werden, so folgt, daß der Strom unter diesen Umständen durch eine zu große Trennung der Elektroden nicht unterbrochen werden kann.

Ursache und Wirkung reguliren einander gegenseitig und erzeugen auf diese Weise einen selbstthätigen Apparat, dessen Wirksamkeit nur von der Erzeugung eines hinreichenden galvanischen Stromes abhängt. In der Abbildung befindet sich der Magnet a parallel zur Spirale a' ; wenn aber der Apparat in Thätigkeit gesetzt wird, so ist es nöthig, die in der Röhre j enthaltene untere Elektrode i aufwärts zu schieben, zugleich die obere Elektrode h' und den Halter h zu heben und das Ende des Magneten a zu veranlassen, in entsprechender Richtung abzuweichen, bis er mit der Stromrichtung in der Spirale a' einen Winkel von ungefähr 30° bildet. Wenn nun die untere Elektrode mit der darauf ruhenden oberen h' in die Höhe geschoben ist und nun der galvanische Strom eingeleitet wird, so trennt dieser die Elektroden und erhält sie in einem gewissen Abstände, bis der Magnet in Folge der Zerstörung der Elektroden in die Lage parallel zur Spirale a' zurückkehrt; das Gewicht o dient nur dem Gewichte n des Elektrodenhalters als Gegengewicht. Das letztere wirkt dem dynamischen Effect des Stromes entgegen, bringt eine gewisse Stetigkeit hervor und verhindert das Flackern oder Hüpfen des Lichtes; dasselbe darf jedoch nicht so schwer sein, daß es eine Trennung der Elektroden verhindert. Mit Hülfe der Schraube p kann dieses Gewicht der verticalen Lage näher gebracht oder von ihr entfernt werden; es kann ferner der Achse des Magneten a näher geschraubt und auf solche Weise adjustirt werden.

Bei der Anwendung einer solchen Gegenkraft, wie dieses Gewicht n , ist es nöthig, daß, während die ablenkende Kraft des Magneten mit der Zunahme des mit dem Leitungsdrahte gebildeten Winkels sich vermindert, die Gegenkraft im Verhältnisse der

Zunahme dieses Winkels abnimmt, — eine Bedingung, welche das genannte Gewicht erfüllt.

Fig. 50, Taf. XIII, stellt eine Modification des Apparates zur Erzeugung des elektrischen Lichtes in der Seitenansicht, Fig. 51 in der Endansicht dar. Er gründet sich auf eine Combination des permanenten mit dem inducirten temporären Magnet. a, a ist ein dem in Fig. 48 abgebildeten ähnlicher, permanenter Magnet. In diesem wird in Folge der repulsiven Wirkung zwischen den gleichnamigen Polen c und c' des inducirten Magnetes d, d' und den Polen des permanenten Magnetes eine ähnliche Ablenkung um die Spitze b hervorgebracht. Der Strom tritt bei x ein und umkreist in einer Spirale von isolirtem Kupferdraht oder Kupferband das weiche Eisen e , welches dadurch magnetisch wird. Der Magnet mit seiner Spirale befindet sich in dem messingenen Gehäuse d . Der elektrische Strom läuft aus der Spirale durch das Gestell e nach dem andern inducirten Magnet, den er gleichfalls umkreist, von da durch das Kupferband f in den Träger g und durch den Silberstreifen h in den oberen Elektrodenhalter i und in die obere Elektrode j , von dieser endlich in die untere Elektrode k und durch ihren Halter in die Batterie zurück. Der Apparat wird auf die nämliche Weise, wie der zuerst beschriebene, in Wirksamkeit gesetzt.

Fig. 53, Taf. XIII, erläutert in der Seitenansicht einen Apparat, bei welchem die Abstößung zwischen den gleichnamigen Polen der inducirten oder temporären Magnete angewendet wird. Diese inducirten Magnete bestehen aus weichem, mit Kupferdrahtwindungen umgebenem Eisen, das während des Durchganges des galvanischen Stromes magnetisch wird. Wenn diese Eisenstücke unter dem Einflusse des galvanischen Stromes magnetisch werden, so sind die benachbarten Pole d und e , d' und e' gleichnamig, indem man den Strom in der geeigneten Richtung um das Eisen leitet. Die Magnete a und a' sind aber an den Enden des Balancier's c, c befestigt, mit welchem der obere Elektrodenhalter h vermittelst des Armes f und des Gelenkes g verbunden ist, so daß jede Bewegung des Balancier's c der Elektrode i mitgetheilt wird. Die Wirkungsweise dieses Apparates ist folgende: Der elektrische Strom tritt bei k in den Apparat, umkreist den Magnet b , läuft dann durch den biegsamen Silberstreifen l nach dem andern Magnet a ,

umkreist auch diesen, geht durch den Balancier *c*, umkreist der Reihe nach die Magnete *a'* und *b'*, gelangt durch den Silberstreifen *m* und den oberen Elektrodenhalter *h* in die obere Elektrode *i*, und von da in die untere Elektrode *j*, und kehrt endlich durch den unteren Halter *n*, durch die Stange *o* und den Leitungsdraht *p* in die Batterie zurück.

Der Erfolg dieses galvanischen Kreislaufes ist, daß sämtliche unter seinem Einflusse stehende weiche Eisen gleichzeitig magnetisch werden, und daß die Elektromagnete *a* und *a'* die Elektromagnete *b* und *b'* zurückstoßen oder vielmehr, da die letzteren fest sitzen, von diesen zurückgestoßen werden. In Folge dieser Trennung der Magnete werden aber auch, vermöge der Verbindung des Halters *h* mit dem Balancier die Elektroden voneinander getrennt.

Da jedoch der Strom selbst diese Trennung hervorbringt und eine zu große Trennung den Strom aufheben würde, so werden die Elektroden sich nur bis zu einem gewissen Abstände, wo Ursache und Wirkung im Gleichgewichte sind, voneinander entfernen können; und dieser Abstand ist derjenige, welcher zur Hervorbringung des Lichtes zwischen den Elektroden nothwendig ist. Durch Hinaufschiebung der unteren Elektrode *j* entfernen sich die Magnete *a* und *a'* von den Magneten *b'* und *b*, und diese nähern sich einander wieder in dem Maße, als die Elektroden in Folge irgend einer Veranlassung kleiner werden.

Fig. 54 stellt eine andere Modification des Apparates zur Erzeugung des elektrischen Lichtes in der Seitenansicht dar. *a a* ist ein Hebel, der mit seinem einen Ende sich frei um den Punct *b* dreht, und mit dem andern Ende vermittelst einer angelötheten Drahtschnur *d* an den oberen Elektrodenhalter *c c* befestigt ist. Jede aufwärtsgehende Bewegung des Hebels *a* hebt daher die Elektrode *e* von der unteren Elektrode *f*; die Feder *g* drückt jedoch beständig nach dieser Richtung auf den Hebel *a* und würde folglich ohne weitere Vorkehrung die Elektroden voneinander trennen.

Dieses wird jedoch durch die an die Platte *I* befestigte, zusammengesetzte Stange *h i* verhütet. Das obere mit einer Schraube versehene Ende dieser Stange nimmt eine Mutter *m* auf, welche

so weit auf die Feder k herabgeschraubt wird, bis diese die Elektroden e und f zusammenhält.

Das untere Ende des Theiles i ist hülsenförmig gestaltet und nimmt einen Hahn n auf; in diese Hülse ist mittelst einer isolirenden Scheibe der Theil h eingefügt. Der durch den Kupferstreifen o eintretende galvanische Strom bewegt sich die Stange h hinauf durch den Hahn n, durch i und die Feder k nach dem Hebel a a, dann längs der Schnur d und dem Hälter c nach der Elektrode e, von da nach der unteren Elektrode f, dem Hälter p, und durch den Leitungsdraht q in die Batterie zurück. Wenn sich der Hahn n in der Fig. 54 dargestellten Lage befindet, so findet keine hinreichende Berührungsfläche zwischen ihm und der Stange h Statt. Der Erfolg davon ist, daß, wenn diese Berührungsfläche durch Umdrehung des Hahnes kleiner wird, der Hahn und die Stäbe h und i durch den galvanischen Strom erhitzt werden. Dem Hahne n kann man aber eine solche Stellung geben, daß ein gegebener Strom immer eine gewisse Erhitzung jener Stäbe hervorbringt. Der nämliche Strom geht nun aber von einer Elektrode zur andern; wenn nun die Stange h i erhitzt wird, so dehnt sie sich aus, und in Folge ihrer Verlängerung gestattet sie der Feder g, die Elektroden e und f voneinander zu trennen. Findet eine Unterbrechung des Stromes Statt, so kühlt sich die Stange h i ab, und in Folge ihrer Zusammenziehung kehren die Elektroden wieder in Berührung zurück. Fig. 55, Taf. XIII, stellt die Gabel des Trägers r in der vorderen Ansicht und den Hebel a im Durchschnitte dar.

Fig. 56 stellt einen Apparat dar, bei welchem die zersehende Wirkung des galvanischen Stromes zur Regulirung des Abstandes der Elektroden angewendet wird. Der nämliche Apparat kann auch zur Anzeige der Intensität des Stromes benutzt werden. a a a ist ein Messinggestell, worin eine Messingröhre b' vertical gleitet. Das offene untere Ende dieser Röhre ist in den luftdichten Deckel des Glaszylinders d d eingeführt.

Dieser Cylinder d enthält zwei ungefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll breite Platinbleche, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll voneinander abstehen und als ein gewöhnlicher Voltameter wirken. Der Cylinder d ist in ein

mit der zu zersetzenden Flüssigkeit gefülltes Glas *f* getaucht. Der Apparat wirkt auf folgende Weise:

Wenn die Kette geschlossen ist, so tritt der Strom bei *g* durch den sich federnden Leitungsdraht *h* in den Arm *i* und in das Platinblech *e*, von da in das Platinblech *e'*, in den andern Arm *i'* und durch den zweiten elastischen Leitungsdraht *h'* in den unteren Elektrodenhalter *j*, in die Elektrode *k*, von da in die Elektrode *l* und kehrt durch den Leitungsdraht *m* in die Batterie zurück. Die Wirkung des galvanischen Stromes auf diesem Wege besteht erstlich darin, daß die Flüssigkeit (verdünnte Schwefelsäure) zersetzt wird, und daß die aufsteigenden Gasbläschen in die verschiebbare Röhre *b* steigen. Indem sich aber das Gas anhäuft, hebt sich der Cylinder mit der Leitrohre *b*. Das Gas hat nun keine Oeffnung, durch die es entweichen kann; die Schraube *n*, deren conisches Ende bei *o* in die Röhre tritt, wird daher gedreht, und das Loch *o* dadurch geöffnet, so daß das Gas nun entweichen kann. Wenn sich jedoch das Gas ungeachtet dieser Oeffnung dennoch anhäuft, so hebt es den Cylinder, bis die durch die Rückwirkung der Feder *h* und *h'* erzeugte Verdichtung das Gas aus der erwähnten Oeffnung *o* her austreibt. An der Röhre *b* befindet sich nun ein Knopf *q*, welcher die Enden der um *s*, *s'* drehbaren Hebel *r*, *r'* niederhält. Aber das Ende des Hebels *r'* ist mit dem unteren auf- und niederschiebbaren Elektrodenhalter *j* verbunden.

Der galvanische Strom veranlaßt mittelst der Zersetzung der Flüssigkeit die Niederbewegung des äußeren Endes des Hebels *r'*, mithin die Trennung der Elektroden. Da jedoch eine zu große Entfernung der Letzteren voneinander den Strom und also auch die Zersetzung aufheben würde, so verharren die Elektroden stets in dem zur Erzeugung des Lichtes geeigneten Abstände. Der andere Hebel *r* dient als Indicator; er zeigt die Veränderungen und Schwankungen der Intensität des galvanischen Stromes an. Die Elektroden sind in einem möglichst luftdichten Glasgefäß eingeschlossen.

Man erwähnt bei der Beschreibung seines Apparates noch eine Vorrichtung, welche zur Regulirung des Aus- und Zuflusses der Batterieflüssigkeit dienen soll. *a a*, Taf. XIII, Fig. 57, ist ein Hebel, dessen abgebrochenes Ende mit demjenigen Theile der Batterie, woraus die Flüssigkeit abgezogen werden soll, in Verbindung

steht, während das andere Ende in ein Glas *b* taucht, in das er sich entleert. Dieses Glas wird jedoch beständig voll erhalten; es hängt an den Hebel *d* und wird durch das Gewicht *e* im Gleichgewicht erhalten. Die obere Kante des Glases muß ein Wenig tiefer liegen, als das Niveau der Flüssigkeit in der Batterie. Angenommen nun, der Heber ziehe eine sehr stark gesättigte Auflösung, z. B., von Zinkvitriol ab, so sinkt das stets volle Glas in Folge der Vermehrung seines Gewichtes tiefer. Dadurch wird der entleerende Schenkel des Hebers verlängert und mithin die Entleerung beschleunigt, bis eine minder schwere Lösung durch den Heber fließt, worauf das Glas wieder steigt und der Ausfluß nachläßt. Der nämliche Zweck wird durch die Kugel *a* in Fig. 58 erreicht, indem sie steigt, wenn die Flüssigkeit gesättigter, also specifisch schwerer wird. Durch ihr Steigen öffnet sie die Ausflußröhre *b* vermittelst des Drosselventils *c*; indem sie aber zu dem der geeigneten Sättigung der Flüssigkeit entsprechenden Niveau herabsinkt, schließt das Ventil wieder.

Verschieden von der Einrichtung der bis jetzt beschriebenen Apparate zur Beleuchtung mittelst des elektrischen Lichtes ist die von *Le Molt* ausgeführte. Derselbe wendet anstatt der Kohlenstäbchen zwei Scheibchen von Kohlenmasse an. Diese Scheibchen haben die Form, wie es Fig. 59, Taf. IX zeigt. Sie stehen mit ihren scharfen Rändern einander gegenüber; ihre Achse wird durch ein Uhrwerk gleichmäßig umgedreht und ihre Entfernung durch eine Uhrfeder regulirt.

Auch *Bright* hat einen Apparat zu gleichem Zwecke erfunden, bei welchem Kohlenscheiben zur Anwendung kommen.

Die Erfindung besteht in einer Methode, ein andauerndes Licht dadurch zu erzeugen, daß man einem elektrischen Strom auf seinem Wege beständig neue Punkte oder Flächen von Kohlenstoff darbietet.

Fig. 60, Taf. IX, zeigt den dazu dienenden Apparat. *a* ist das doppelte ringförmige Gehäuse aus Holz oder einem andern Nichtleiter der Elektrizität, welches fünf (oder mehr) Scheiben *a, b, c, d, e, f* einschließt, deren Achsen sich in Lagern am Gehäuse *a* drehen. Die Scheiben bestehen aus zwei freisförmigen Platten von Messing, welche zwischen sich eine Scheibe von Graphit oder

Kohlenstoff einschließen, die von etwas größerem Durchmesser als die Messingplatten, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dick ist und einen eckigen oder V-förmigen Rand hat. Die Achsen der Scheiben b, d, f drehen sich in Lagern, welche am Gehäuse a befestigt sind. Die Achsen der andern Scheiben c, e drehen sich in Schlitten, welche mittelst der Schrauben g, g rück- und vorwärts bewegt werden können. Man läßt die Scheiben mittelst eines endlosen Riemens rotiren, welcher um Rollen auf ihren Achsen geht und mit einem Räderwerk verbunden ist, welches durch ein Gewicht in Thätigkeit versetzt wird, so daß die Scheiben in langsame, aber gleichförmige Umdrehung versetzt werden; leitet man nun einen elektrischen Strom durch die Scheibenreihe, so entsteht ein glänzendes Licht an denjenigen Rändern der Scheiben, welche aneinander liegen. Um einen elektrischen Strom durch die Scheiben zu leiten, kann man einen Draht einer galvanischen Batterie mit der Achse der Scheibe b, und den andern Draht mit der Achse der Scheibe f verbinden; um aber an Kraft zu sparen, zieht es der Erfinder des Apparates vor, die Batterie in vier Theile zu trennen und auf jedes Scheibenpaar einen besonderen Strom mittelst der Drähte h^1, h^2, h^3, h^4 und i^1, i^2, i^3, i^4 zu leiten. Um den gewünschten Effect zu erzielen, müssen die Scheiben c, e in Contact mit den Scheiben b, d, f durch Drehen der Schrauben g, g gebracht werden: und sobald der elektrische Strom hergestellt ist und die Berührungspuncte hinreichend erglühen, muß man die Scheibe c e außer Berührung mit den andern Scheiben bringen, wo dann ein glänzendes und permanentes Licht an den anliegenden Theilen der Scheiben sich entwickeln wird, so lange, als die Scheiben in Rotation erhalten werden und der elektrische Strom hindurchgeht.

Damit das elektrische Licht gleichförmig zerstreut wird, schließt man den Apparat in eine geschliffene Glaskugel j ein; soll alles Licht in eine gewisse Richtung gelangen, so wendet man eine geeignete Anordnung von Reflectoren an, wie, z. B., in Fig. 61, wodurch alles Licht in der Richtung k l, reflectirt wird.

Einer der besten elektrischen Apparate, um die Unterbrechungen des elektrischen Stromes, bei den Benutzungen des elektrischen Lichtes zu verhindern und so die Unregelmäßigkeiten der Beleuchtung zu beseitigen, ist die sogenannte elektrische Lampe, wie

sie von Foucault erfunden und von Duboscq verbessert wurde. Die richtige Stellung der Kohlenspitzen Fig. 21, Taf. IV, c und c', von denen die letztere den negativen Pol, die erstere den positiven Pol der galvanischen Batterie bildet, wird durch zwei Mechanismen, den Motor M, den Regulator R R' mit dem Elektromagnet B B', erhalten. Der Motor sucht die Spitzen einander stets zu nähern. Er besteht aus einer Feder, welche in die Trommel M eingeschlossen ist und eine Umdrehung der Trommel nach der Richtung des Pfeils bewirkt. Dadurch wird das Kettchen, welches von der Trommel M über die Rolle p nach E läuft, wo sein anderes Ende befestigt ist, aufgewickelt. Das Ende E hebt also das kupferne Röhrchen E G, in welchem das Kohlenstäbchen c steckt. Zu gleicher Zeit wickelt sich das andere Kettchen ab, welches an der Rolle q vorbeistreift, und sodann in einer metallenen Säule hinauf bis über die Rollen bei k läuft und an dem die Fassung g' für die Kohlenspitze c' hängt. Dadurch wird c' gesenkt, wenn der Motor M in Bewegung ist. Beide Kohlenspitzen nähern sich also, wenn der Motor M sich dreht und mit den Zähnen seines Umfanges in den Trieb des Rädchens r eingreift. Die Bewegung von r wird auf eine Schraube ohne Ende und auf die Windflügel R des Regulators übertragen. Der Widerstand der Luft verhindert, daß sich R und folglich M nicht zu schnell drehen kann. Der elektrische Strom selbst geht von der Batterie zu der isolirten Klemmschraube p und von da hinab durch einen mit Seide übersponnenen Kupferdraht zu der Drahtspirale des Elektromagneten B B', welche in vielen Windungen den hohlen, eisernen Cylinder e e e e, umgiebt. Das eine Ende dieser Spirale steht also mit p, das andere mit dem eisernen Cylinder e e und dadurch mit dem Kupferröhrchen E G in Berührung. So gelangt der Strom nach c, und wenn c' nahe genug ist, nach c'. Von G' geht er dann in das Säulchen H H und nicht durch die Kette nach q und M, weil das Kettchen bei I I', durch ein Elfenbeinstäbchen unterbrochen ist. Ebenso ist die Säule H H' isolirt; der Strom kann also nur durch die Klemmschraube N und den daran befestigten Leitungsdraht nach dem negativen Pol der Batterie gehen. So wie oben ein Strom durch die Kohlenspitzen geht, so beginnt auch die Wirkung des Elektromagnets und des Regulators. Es wird nämlich durch den mag-

netisch gewordenen Cylinder e e e e das ringsförmige Eisen D D an-
gezogen; dieses drückt dadurch das linke Ende des Hebels a a a
herab. In Folge davon wird das obere Ende von a a a links
bewegt und drückt die Schneide b in die Zähne eines Rädchens,
welches senkrecht zur Achse der Schraube ohne Ende ist. Dadurch
wird der Windflügel R und der Motor M gehemmt und die An-
näherung der Kohlenspitzen verhindert. Sobald aber diese so weit ab-
gebrannt sind, daß der Strom zwischen ihnen einen zu großen Wider-
stand findet, ist auch die Wirkung des Elektromagnetes B B' geschwächt
und läßt den eisernen Ring D D' wieder los. Ein Federchen drückt
den Winkelhebel a a a auf der linken Seite wieder aufwärts und
die Schneide b verläßt das Rädchen am Windflügel wieder. Der
Motor kann also die Kohlenspitzen wieder einander nähern, bis
das elektrische Licht und damit auch der Strom wieder seine ganze
Stärke hat, folglich eine neue Hemmung eintritt, u. s. w. So
wird durch abwechselndes Nähern und Hemmen der Kohlenspitzen
das Licht constant erhalten.

Damit aber die Höhe der Kohlenspitzen immer gleiche Höhe
über den Boden der Lampe behält, muß sich c' langsamer senken,
als c sich hebt, denn von c werden viele Kohlentheilchen nach c'
übergeführt. Deshalb ist das zweite Kettchen um eine engere
Trommel auf dem Motor M gewunden, als das erste; auch kann
der Durchmesser der einen Trommel nach Bedarf durch einen Me-
chanismus vergrößert werden. Das Stäbchen F, an welches der
Halter G' befestigt ist, dient dazu, um die Kohlenspitzen in verti-
caler Richtung einander genau gegenüber zu bringen, indem es sich
in der Nuß n nach allen Richtungen ein Wenig neigen läßt. Die
Batterie muß aus 30 — 50 oder noch mehr kräftig wirkenden Ele-
menten bestehen. An dieser Durchschnitzzeichnung ist die Säule
H H' nur halb so hoch, als sie im Verhältniß sein soll.

Ein ausgezeichnet wirkender Apparat zur Herstellung des con-
stanten elektrischen Lichtes ist der von Deleuil in Paris erfun-
dene. Mit demselben hat der Verfasser zahlreiche Versuche ange-
stellt und stets die besten Resultate erhalten. Die Einrichtung des
sehr sinnreich construirten Apparates ist auf Taf. V erläutert. Sie
unterscheidet sich von allen vorher beschriebenen dadurch, daß hier
keine besondere Vorrichtung thätig ist, durch welche die Kohlen-

stäbchen einander genähert werden, wenn es erforderlich ist. Es ist hier vielmehr die Thätigkeit des elektrischen Stromes selbst oder unmittelbar die des Elektromagnetes, welche das eine, das positiv-elektrische Kohlenstäbchen, in dem Verhältnisse, wie es erforderlich ist, nachrücken läßt, um dessen Spitze stets in der erforderlichen Entfernung von der des negativ-elektrischen Kohlenstäbchens zu erhalten.

Die Abbildungen Fig. 22, 23 und 24 zeigen die Einrichtungen des Apparates in zwei Seitenansichten und von Unten angesehen. Er besteht aus einem gußeisernen Gestell A, welches drei Füße A' hat und oben mit einem Holzstücke B versehen ist, das zur Isolirung der oberen Kohlenspitze dient. Die Stange D des Spizenträgers N geht durch eine messingene Kugel C.

Im unteren Theile des dreieckigen Gestelles A sind zwei Elektromagnete E mit einem kreuzförmigen Anker F untergebracht, welcher sich mittelst der Schrauben o auf den Stirnflächen der Magnetspulen dreht. Dieser Anker ist an seinem längeren Arme mit einer Feder V versehen, welche in die Zähne der Zahnstange D' eingreift; der kürzere Arm des Ankers liegt zwischen zwei Knöpfen oder Schrauben, welche beide dazu dienen, sowohl die Größe der Bewegung für die Feder V, als auch die Entfernung des Ankers vom Elektromagneten zu reguliren. Die Feder R, welche ebenfalls am Ende des längeren Ankerarmes angebracht ist, und welche durch die Spannvorrichtung T und mittelst der Schnur U beliebig gespannt werden kann, wirkt beständig der Anziehungskraft des Elektromagneten entgegen und hat somit immer das Bestreben, den Anker abzuziehen. Geschieht dieß wirklich, so hebt sie zugleich auch die Zahnstange D' um einen Zahn, da die Feder V wie eine Sperrklinke in die Zahnstange eingreift.

Die Zahnstange geht durch eine viereckige Hülse G, welche durch die Fassung H getragen wird und sich mittelst der Schraube I auf- oder abwärts bewegen läßt. Diese Bewegung hat den Zweck, immer die Wirkung der Feder V in Einklang mit einer anderen Feder zu bringen, welche unter dem Spizenträger N' liegt und die Zahnstange gegen ein Zurücksinken schützt.

Ein kleiner Träger s dient als Stütze für die Schnur U.

Die Schraube oder der Knopf X steht mit der Batterie in Verbindung; der elektrische Strom geht durch den Draht X', dann durch den doppelten Elektromagnet E und von hier aus durch den Draht X² in die Fassung H, die Zahnstange D' und die Kohlenspitze P'.

Die Wirkung des Apparates ist folgende: Sobald die Kohlenspitzen P und P' einander nahe genug sind, um den elektrischen Strom durchzulassen, ist der Anker oder die Armatur F von dem doppelten Elektromagneten E angezogen und also auf der Seite des letztern gehoben. Ist der elektrische Strom dagegen unterbrochen, so entfernt die Feder R den Anker vom Magnete und hebt so durch die Feder V die Zahnstange D', mit ihr die Kohlenspitze P', und durch die Annäherung der Spitzen P und P' ist alsdann der Strom wieder hergestellt.

In neuester Zeit sind nun die Herren Lacassagne und Thiers mit einem von ihnen erfundenen Apparat aufgetreten, von welchem sie hoffen, daß er alle Bedingungen vollkommen erfüllen wird, welche man machen muß, um das elektrische Licht in die Praxis einzuführen und es namentlich als ein Mittel zur Beleuchtung der Städte zu verwenden. Wir erwähnten jene Herren bereits bei der Aufzählung der galvanischen Batterien, als die Erfinder eines sogenannten trockenen, galvanischen Apparates, bei dessen Benutzung neben dem elektrischen Strom, in Folge der inneren Thätigkeit des Apparates und durch Mithülfe der Wärme, Aluminiummetall gewonnen werden soll. Wir haben dort unsere Zweifel ausgesprochen, daß jene Apparate wirklich practisch anwendbar seien; wir zweifeln dagegen nicht daran, daß die Erfindung von Lacassagne und Thiers in Bezug auf die Vorrichtung zur Erhaltung eines constanten elektrischen Lichtes einen bedeutenden Werth hat. Der Verfasser des schon genannten Werkes „Nouveau Systeme d'éclairage électrique, (de M. M. J. Lacassagne et R. Thiers, de Lyon) Paris et Lyon, spricht sich darüber in folgender Weise aus: Nachdem er der Bemühungen verschiedener Physiker und Techniker gedacht hat, welche dahin strebten, einen Apparat zu erfinden, mittelst dessen sie den elektrischen Strom benutzen wollten, um ein constantes elektrisches Licht zu erhalten, sagt er, daß nach alledem seit einer Reihe von 16 Jahren gemachten

Erfindungen noch nichts vorhanden sei, was den Hoffnungen entspreche, welche sie hervorgerufen hätten. Die elektrische Beleuchtung, welche begründeten Anforderungen genüge, wäre noch zu erfinden gewesen. Die Ursache der Erfolglosigkeit sei, daß seit der Erfindung der ersten elektrischen Lampe alle nachfolgenden, so verschieden sie auch in der Form und dem Mechanismus der einzelnen Theile gewesen, doch immer sich auf dasselbe Princip begründet hätten und nicht anders als Nachahmungen zu bezeichnen seien. Alle jene Einrichtungen, sagt er, bestehen aus folgenden Theilen:

a) Einem Mechanismus, welcher dahin zu wirken bestimmt ist, die Elektroden oder Kohlenstäbchen einander zu nähern.

b) Einer Vorrichtung, durch welche mit Hülfe des elektrischen Stromes selbst der vorher bezeichnete Mechanismus entweder in Thätigkeit gebracht, oder in derselben unterbrochen wird.

Die Fehler aller dieser Apparate sind sehr bedeutend. Alle erfordern eine sorgfältige Regulirung; ist diese nun wirklich ausgeführt, so ist sie doch nur allein gültig für eine bestimmte Stromstärke und für eine bestimmte Beschaffenheit, namentlich für eine gleiche Dichtigkeit der Kohlenstäbchen, welche die Träger des elektrischen Lichtes sind. Wenn nun die Kraft des elektrischen Stromes der Batterie abnimmt, durch die Veränderung, welche die Säuren erleiden, oder durch irgend welche Einflüsse, oder wenn die Kohlenstäbchen bald aus einer mehr oder weniger dichten Masse bestehen, so wirken alle jene Apparate nicht mehr in gleicher Weise, es treten Veränderungen in der Lichtstärke ein, das Licht flackert, ja es kann sogar verlöschen.

Lacassagne und Thiers schlugen, wie in dem Schriftchen gesagt wird, einen ganz neuen Weg ein, um das erwünschte Ziel zu erreichen. Sie versuchten vor Allem folgende Probleme zu lösen:

1) Ein Mittel zu finden, um in den elektrischen Strom, welcher das Licht erzeugt, einen selbstthätigen Widerstand einzuschalten, der durch sich selbst die Veränderungen und die Unbeständigkeit der Wirksamkeit des Elektrizitätserzeugers (der Batterie) ausgleicht.

2) Einen Mechanismus herzustellen, der gleichzeitig die in einer bestimmten Zeit verbrauchte Elektrizitätsmenge angiebt und

dem Experimentator gestattet, die Intensität des elektrischen Stromes nach Bedürfnis zu erhöhen oder zu vermindern.

3) Einen Apparat zu construiren, welcher es bei Benutzung einer einzigen Batterie gestattet, den elektrischen Strom zu theilen, um damit verschiedene, elektrische Lampen gleichzeitig in Thätigkeit zu setzen.

4) Endlich eine solche photo = elektrische Lampe zu erfinden, welche frei von den Fehlern der bisher bekannten, namentlich aber mit einer sicheren, nicht ruckweise wirkenden, selbstthätigen Vorrichtung versehen ist, durch welche die Kohlenstäbchen in ihrer richtigen Stellung erhalten werden.

Nach dem in den genannten Werkchen enthaltenen Mittheilungen ist es den Herren Lacassagne und Thiers vollkommen gelungen die Aufgaben zu lösen, welche sie sich gestellt hatten. Hiernach soll ihr neues System zur Erreichung des genannten Zweckes beruhen auf der Anwendung von:

1) Einem elektromotorischen Regulator ihrer Erfindung, welcher bereits in Frankreich und verschiedenen andern Ländern patentirt ist.

2) Mehrern photo = elektrischen Lampen ihrer Erfindung und von verschiedener Einrichtung.

3) Mehrern elektrischen Batterien ihrer Erfindung, namentlich einer, die sie die trockene, elektrische Batterie nennen und die besonders geeignet ist, die Electricität mit sehr geringen Kosten hervorzurufen, indem nämlich bei ihrer Thätigkeit ein gut zu verwerthendes Metall, das Aluminium, als Nebenproduct gewonnen wird.

4) Kohlenstäbchen, durch ein besonderes Verfahren gewonnen und durch ihre gleichartige Beschaffenheit besonders geeignet zur Hervorrufung des elektrischen Lichtes.

5) Rheostaten ihrer Erfindung, durch welche die Theilung der elektrischen Ströme bewirkt wird.

Was zunächst die elektrische Lampe betrifft, so beruht das Wesentliche ihrer Einrichtung, wie in dem genannten Werkchen gesagt wird, auf einem ganz neuen Princip. Das ist allerdings etwas zu viel gesagt, das angewendete Princip ist nicht neu, es ist ein sehr altes, aber allerdings für die elektrische Lampe bisher noch nicht angewendet. Es ist das Bestreben der Flüssigkeiten in

communicirenden Röhren sich in das Gleichgewicht zu stellen, benutzt worden, um einen in einer Röhre befindlichen Schwimmer, welcher das untere Kohlenstäbchen der elektrischen Lampe trägt, in dem Verhältnisse aufwärts zu bewegen, als es durch den Verbrauch der Kohle erforderlich ist, damit der elektrische Strom, ungestört von der unteren Kohlenspitze zu der oberen, feststehenden, übergehen kann. Als Flüssigkeit wird Quecksilber benutzt, welches in einem Behälter befindlich ist, aus dem es durch eine Verbindungsröhre in den tiefer liegenden Cylinder zu dringen strebt, welcher den schon erwähnten Schwimmer trägt. Auch wird wieder die durch den elektrischen Strom selbst hervorgerufene Thätigkeit eines Elektromagneten benutzt, um den Zufluß des Quecksilbers aus dem oberen Behälter nach dem Cylinder, in welchem sich der Schwimmer befindet, nach Bedürfniß zu reguliren.

Nach dem Titel des mehrgenannten Werkchens: „Neues System der elektrischen Beleuchtung der Herren Lacassagne und Thiers,“ sollte man meinen, eine klare Beschreibung der Vorrichtungen, welcher sich die Genannten bei ihren Versuchen bedienten, zu finden; dem ist jedoch nicht so. Es sind auch in Bezug auf die Beschreibungen derselben wieder, wie es bei der Beschreibung der trockenen Batterie der Fall war, nur die Sache überschwenglich lobende Zeitungsartikel zu finden. Es ist wohl möglich, daß diese von Lacassagne und Thiers herrühren, aber wir wissen es nicht. Uebrigens wird es keinem Mechaniker schwer fallen, nachdem er die Grundidee kennt, welche bei der genannten elektrischen Lampe benutzt worden, um die Stellung der Kohlenstäbchen gegeneinander zu reguliren, sich eine solche Lampe zu construiren.

Zur weiteren Erläuterung der Vorrichtungen, welche Lacassagne und Thiers benutzten, wollen wir noch einige Artikel von französischen Zeitblättern folgen lassen, wie sie das sogenannte Werkchen enthält; die Novembernummer von 1856 des Journals „l'Invention“ sagt:

Die Einrichtung der photo-elektrischen Lampe von Lacassagne und Thiers beruht auf der Anwendung eines ganz neuen Princips, nämlich darauf, daß Quecksilber aus einem Reservoir in einen tiefer liegenden Cylinder, in welchem letztern

sich ein Schwimmer befindet, welchen das Quecksilber trägt, und welcher mit dem vermehrten Zutritte des Quecksilbers aufwärts steigt, rechtzeitig und in hinreichender Menge zusießt. Dieser Schwimmer trägt ein Kohlenstäbchen, welches in Verbindung mit dem positiven Pol der galvanischen Batterie steht. Gegenüber diesem steht das mit dem negativen Pol verbundene Kohlenstäbchen, welches nicht beweglich ist. Das Zusießten des Quecksilbers wird durch eine besondere Vorrichtung regulirt, welche der elektrische Strom selbst in Thätigkeit bringt, oder wenn das Zusießten nicht mehr erforderlich ist, diese unterbricht.

Das Quecksilber aus dem höher liegenden Reservoir geht nämlich, ehe es in den Cylinder tritt, in welchem der Schwimmer sich befindet, durch ein Rohr, welches mit einem Kautschukventile versehen ist. Das Deffnen und Schließen dieses Ventils wird durch den Anker eines Elektromagneten bewirkt, welcher letztere in den elektrischen Strom der galvanischen Batterie eingeschlossen ist. Auf den Anker wirkt nun noch eine Feder, welche ihn in entgegengesetzter Richtung bewegt, als es die Anziehung des Elektromagnets thut. Sobald nun der elektrische Strom ungehindert von einem Pole (Kohlenstäbchen) zum andern übergehen kann, ist der Elektromagnet thätig, der Anker wird angezogen und das Ventil des Verbindungrohres geschlossen. Wird durch das Verbrennen der positiv-electrischen Kohle, welche der Schwimmer trägt, die Entfernung der Polspitzen größer, so daß die Kraft des elektrischen Stromes abnimmt, so wirkt die erwähnte Feder, da ja dann auch die Kraft des Elektromagnetes vermindert wird, das Ventil öffnet sich, Quecksilber dringt aus dem Reservoir in den tiefer liegenden Cylinder, und der Schwimmer mit der positiv-electrischen Kohle steigt, bis der elektrische Strom wieder die erforderliche Kraft erlangt hat, daß der Elektromagnet den Anker von Neuem anzieht und das Ventil schließt.

Die Thätigkeit dieser Vorrichtung ist ausgezeichnet und der Anker des Elektromagnetes, welcher von zwei Kräften afficirt wird, die bestimmt sind, stets die erforderliche Menge Quecksilber dem Cylinder zuzuführen, damit der Schwimmer die richtige Stellung beibehält, wird nicht etwa stoßweise in Bewegung gesetzt, sondern dieselbe ist der Art, daß durch das Verbindungrohr ununterbro-

Sassenstein, elektrisches Licht.

chen Quecksilber aus dem Reservoir in den Cylinder eindringt, genau in demselben Verhältnisse, wie die mit dem Schwimmer verbundene Kohle verbraucht wird.

Um das Ganze des Systems von Lacassagne und Thiers verständlich zu machen und erklären zu können, müssen wir noch über zwei von denselben gleichfalls erfundene Apparate sprechen. Sie haben den einen elektrometrischen Regulator, den andern Rheostat genannt.

Durch den elektrometrischen Regulator erreichen sie, daß die elektrischen Ströme immer unveränderlich gleichmäßig wirken, trotz den Veränderungen, welche durch die innere Thätigkeit der Batterie vor sich gehen, oder der von Außen stattfindenden Einflüsse. Sie können ferner dadurch mit Leichtigkeit die Intensität des elektrischen Stromes der galvanischen Batterie moderiren und sich stets Rechenschaft geben von der Quantität der zu einer Arbeit verwendeten Electricität.

Durch den Rheostaten ist das Mittel geboten, die von einer einzigen Batterie entwickelten elektrischen Kräfte zu theilen, so daß es dadurch möglich wird, dieselben an verschiedenen Punkten nach Bedürfnis gleichzeitig zu verwenden, entweder zur Erzeugung des elektrischen Lichtes oder einer bewegenden Kraft, oder zur Hervorbringung von Wärme u. s. w.

Ehe wir aber von den practischen Leistungen dieser Apparate sprechen können, müssen wir erst die Grundsätze erläutern, auf denen ihre Thätigkeit beruht.

Man weiß, daß, wenn ein galvanischer Strom auf seinem Wege eine Flüssigkeit durchlaufen muß, welche weniger gut leitet, als die für die Batterie verwendeten Leitungsdrähte, die Intensität oder die Quantität der in einer bestimmten Zeit in Bewegung gesetzten Electricität im umgekehrten Verhältnisse zu dem Widerstande steht, welchen die eingeschaltete Flüssigkeit leistet. Dieser Widerstand kann vermehrt oder vermindert werden, je nachdem die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit vermindert oder vermehrt wird, oder je nachdem die Berührungspuncte der in die Flüssigkeit eintauchenden Conductoren vermehrt oder vermindert werden.

Man weiß ferner, daß, wenn die Oberflächen der eintauchenden Conductoren aus einem unveränderlich bleibenden Metall, wie,

z. B., Platin, bestehen, die Flüssigkeiten zersezt werden, durch welche der elektrische Strom geht, und daß man dann die Producte der Zersezung, die Stoffe, aus denen die Flüssigkeiten bestehen, in Form von Gasen erhält. Die Menge des in einer bestimmten Zeit auf solche Art erhaltenen Gases steht in geradem Verhältnisse zur Intensität des elektrischen Stromes oder der Elektrizitätsmenge, welche die in die Flüssigkeit eintauchenden Conductoren in dieselbe überführen.

Endlich weiß man, daß die magnetische Kraft eines Elektromagneten, bei sonst gleichen Verhältnissen, eben so wechselt, wie die Intensität des Stromes, der jene Kraft hervorrief.

Auf die Benutzung dieser drei Thatsachen stützt sich die Construction des elektrometrischen Regulators. Wenden wir uns zu den näheren Erläuterungen in Bezug auf seine Einrichtung.

Ist der den Pol des galvanischen Apparates verbindende Leitungsdraht an einer Stelle durchschnitten, und sind beide Enden mit Platinplatten versehen, so werden sich die Gase aus der Flüssigkeit entwickeln, wenn jene Platten, ohne sich zu berühren, in dieselbe eintauchen. Bringt man nun diese Platten in eine mit Wasser, welchem man, um es leitender zu machen, etwas Schwefelsäure zusezte, gefüllte Gasometerglocke, so ist leicht begreiflich, daß die Glocke sich senken oder heben muß, je nachdem man den sich bildenden Gasen einen Ausweg gestattet oder nicht. Sind die Platinplatten mit der Glocke so verbunden, daß sie sich mit derselben heben oder senken müssen, so wird durch die Hebung der Glocke eine Verminderung der Berührungspuncte, welche die Platten der Flüssigkeit bieten, eintreten und folglich die Intensität des galvanischen Stromes geschwächt werden. Läßt man dagegen die entwickelten Gase aus der Glocke austreten, so sinkt die Glocke und mit ihr die Platinplatten, letztere tauchen tiefer in die Flüssigkeit ein und führen durch die vermehrten Berührungspuncte auch mehr Elektrizität zu. Die Gasentwicklung nimmt zu, die Glocke steigt u. s. f. Es ist selbstverständlich, daß die Oberfläche der Platinplatten groß genug sein muß, um, wenn sie ganz eintauchen, die gesammte Elektrizität fortzuleiten zu können, welche durch die galvanische Batterie erzeugt wird.

Es ist nun ferner ein Elektromagnet in den Kreis des elektrischen Stromes eingeschaltet, dessen Anker einen Hebel bildet, welcher an dem einen Ende seinen Unterstützungspunct an dem einen Schenkel des Elektromagneten hat. An dem andern Ende des Ankers wirkt eine Feder, deren Spannung sich vermehren oder vermindern läßt, in einer der Kraft des Elektromagneten entgegengesetzter Richtung. Der Anker wird nun mit seinem freien Ende eine Bewegung nach dem Elektromagneten hin, oder von demselben abwärts machen, je nachdem die eine oder die andere Kraft vorherrschend ist. Neben dem einen, dem zweiten Schenkel des Elektromagnetes, befindet sich ein Rohr, welches durch einen Schlauch in Verbindung steht mit dem inneren Raume der Gasometerglocke. Das freie Ende jenes Rohres kann durch ein Ventil geöffnet oder geschlossen werden, und zwar durch den Hebelanker des Elektromagnetes, an dessen beweglichem Ende die Vorrichtung zum Schließen jenes Rohres sich befindet. Giebt man nun der Feder irgend eine Spannung, so wird, wenn die elektromagnetische Kraft stärker als jene wirkt, der Anker von dem Elektromagneten angezogen und in dieser Lage beharrend die Röhre schließen. Die durch die Zersetzung des gesäuerten Wassers sich bildenden Gase (Wasserstoffgas und Sauerstoffgas) können nicht entweichen, sie heben daher die Glocke und die Berührungspuncte der Platinplatten und der Flüssigkeit, in welche sie eintauchen, vermindern sich. In Folge dessen nimmt auch die Intensität des galvanischen Stromes und in gleichem Maße auch die Kraft des Elektromagneten ab. Letztere wird nach und nach so weit abnehmen, bis sie mit der in entgegengesetzter Richtung wirkenden Federkraft im Gleichgewicht steht. Endlich wird letztere das Uebergewicht erlangen und in Folge dessen das Ventil sich öffnen, es tritt dann etwas Gas heraus, die Platinplatten sinken mit der Glocke wieder tiefer in die Flüssigkeit ein, der elektrische Strom wird wieder stärker, der Anker, angezogen vom Elektromagneten, schließt wieder die Röhre und so wirkt die Vorrichtung fort zur Erhaltung eines sich gleichbleibenden elektrischen Stromes.

Man kann natürlich die Intensität des elektrischen Stromes verringern oder auch vermehren, soweit letzteres nach der Stärke der angewendeten Batterie möglich ist, wenn man die Spannung

der Feder, welche den Anker in entgegengesetzter Richtung gegen die Richtung der magnetischen Kraft zu bewegen strebt, vermehrt oder vermindert. Die Kraft des Elektromagneten wird nämlich dadurch gleichsam gezwungen, sich mit ihr in das Gleichgewicht zu setzen.

Um die Oscillationen des Ankers zu vermeiden, welcher abwechselnd von dem Elektromagneten angezogen oder durch die Spannung der Feder wieder nach entgegengesetzter Richtung bewegt wird, haben die Herren Lacassagne und Thiers den in der Gasometerglocke sich ansammelnden Gasen einen andern Ausweg gegeben, nämlich durch einen mit einem Schlüssel versehenen Hahn. Indem man allmählig die Oeffnung dieses Hahnes verkleinert, erreicht man es bald, daß durch sie dieselbe Gasmenge austritt, welche durch die Thätigkeit des Ventilankers entweichen würde. Man kann dann das Gas in eine graduirte Glasröhre leiten und sammeln, welche in einer pneumatischen Wanne aufgestellt ist. Aus der Menge des in einer bestimmten Zeit angesammelten Gases kann man, mit Berücksichtigung der elektrochemischen Aequivalente, leicht berechnen, wie viel Elektrizität zur Verwendung kam. Ebenso würde man auch mit Hülfe dieses Apparates im Stande sein, zu berechnen, wie viel Gold oder Silber u. s. w. sich auf eine Metallfläche aus einer entsprechenden Metalllösung durch die Wirkung des galvanischen Stromes niederschlägt.

Ehe wir nun zu der Erklärung übergehen, in welcher Weise die Herren Lacassagne und Thiers den elektrometrischen Regulator und den Rheostaten benutzen, um einen elektrischen Strom zu theilen und so mit einer und derselben Batterie gleichzeitig verschiedene Leuchtapparate mit gleichen Elektrizitätsmengen in Thätigkeit zu erhalten, wollen wir erst feststellen, welche Wirkung die Anwendung der dynamischen Elektrizität in verschiedenen vorkommenden Fällen (ohne Benutzung jener Instrumente) haben würde.

Wenn man die Pole einer galvanischen Batterie, anstatt sie mit zwei Poldrähten oder Conductoren von hinreichender Stärke und Leitungsfähigkeit zu verbinden, an dem einen Ende eines dieser Conductoren Drähte von verschiedener, aber geringerer Stärke und ungleicher Länge anbrächte und nun mit diesen den anderen Poldraht verbände, natürlich ohne daß jene einzelnen Drähte sich

untereinander berührten, so würden sich in den verschiedenen dünneren und ungleich langen Drähten auch in ihrer Intensität sehr verschiedene elektrische Ströme zeigen. Wollte man, um diese Verschiedenheit der Intensität nachzuweisen, in jeder solchen Drahtleitung (Rheophor oder Conductor) einen Elektromagnet oder einen sehr feinen und kurzen Platindraht einschalten, so würden im ersteren Falle die verschiedenen Elektromagnete eine sehr ungleiche Kraft entwickeln, im letzteren Falle aber die verschiedenen Platindrähte sehr ungleiche Temperaturerhöhungen zeigen. Während der eine vielleicht weißglühend, dem Schmelzen nahe gebracht wird, glüht ein anderer dunkelroth und noch ein anderer zeigt eine kaum merkliche Temperaturerhöhung.

Befände sich unter jenen Leitungsdrähten oder Rheophoren einer oder mehre von bedeutenderer Länge als die übrigen, so würden diese nur eine sehr geringe elektrische Thätigkeit zeigen, kaum hinreichend, um ein empfindliches Galvanometer zu afficiren.

Man muß also bei der Theilung des elektrischen Stromes einer Batterie durch mehre Rheophoren, welche die Kette schließen, oder, was dasselbe ist, beide Pole der Batterie miteinander verbinden, folgende Gesetze anerkennen:

1) Die elektrische Intensität des elektrischen Stromes eines die Pole einer Batterie verbindenden Leitungsdrahtes steht in umgekehrtem Verhältnisse des Widerstandes, welchen jener Draht dem elektrischen Strome bietet.

2) Dieser Widerstand steht im geraden Verhältnisse der Länge und im umgekehrten des Durchmesser des Drahtes. Er steht auch im Verhältnisse zur Natur des Metalles und seiner Reinheit.

Es läßt sich dieß mit andern Worten auch so ausdrücken: Die Elektrizität wählt am Liebsten den kürzesten Weg, die breiteste Straße und das am Besten leitende Metall.

Die Intensitätsverschiedenheiten hängen von der Unbeständigkeit der galvanischen Batterie und von verschiedenen meteorologischen Zuständen der Atmosphäre ab, namentlich von dem elektrischen Zustand derselben, von ihrem Feuchtigkeitszustande, vom Luftdruck und den Temperaturverhältnissen.

Diese Einflüsse sind um so bedeutender, je länger und je schwächer die Leitungsdrähte sind.

Es ist leicht begreiflich, daß die Uebelstände, welche aus jenen Gesetzen und den äußeren Einflüssen hervorgehen, für die Verwendungen des elektrischen Stromes zur elektrischen Beleuchtung oder als motorische Kraft sehr hinderlich sind.

Wir wollen nun sehen, was sich mit Hülfe der Apparate der Herren Lacassagne und Thiers erzielen läßt.

Um elektrische Ströme von einer einzigen Batterie in bestimmten Verhältnissen zu vertheilen, muß man in dem, unmittelbar mit dem Pole der Batterie verbundenen, stärkeren Leitungsdraht, von dem alle übrigen Rheophoren ausgehen und mit Elektrizität versehen werden, einen elektrometrischen Regulator einschalten. Dieser wird dann nur eine bestimmte, unveränderliche Menge Elektrizität passieren lassen. Ferner muß in jeden der einzelnen Rheophoren, welche den elektrischen Strom der Batterie schließen, ein Rheostat eingeschaltet werden. So wird man die Ströme beherrschen und man wird, je nachdem man die rheostatischen Berührungspuncte vermehrt oder vermindert, die Intensität des elektrischen Stromes in verschiedenen Verhältnissen vermehren oder vermindern, oder sie ausgleichen je nach dem Willen des Experimentators.

Mit dieser Verfahrensweise wird man den elektrischen Strom einer hinreichend großen Batterie in Tausende von Rheophoren, deren Enden in Verbindung mit den Batteriepolen stehen, vertheilen können und zwar in bestimmten Verhältnissen, so oft es von Nutzen sein sollte, die einzelnen Ströme von ungleicher Stärke wirken zu lassen. Aber hier bieten sich mehre Hauptübelstände. Wenn man nämlich den Strom in einem oder mehreren der Rheophoren unterbricht oder die Intensität desselben vermindert, so wird sich die Elektrizität derselben den übrigen zuwenden und zwar im umgekehrten Verhältnisse ihres rheostatischen Widerstandes. Ebenso wird, wenn man die Intensität des Stromes eines oder mehrer Rheophoren (Conductoren oder Leitungsdrähte) erhöht, Elektrizität den andern Conductoren, im umgekehrten Verhältnisse des durch den Rheostaten gebotenen Widerstandes, entzogen. Wenn nun solche Conductoren dazu dienen sollen, mehren photo-elektrischen Lampen Elektrizität zuzuführen, so werden die erwähnten Uebelstände, da die Rheophoren aus einer Quelle ihre Elektrizität erhalten, stets Schwankungen in der elektrischen Thätigkeit derselben

herbeiführen, wenn man eine oder mehre Lampen auslöscht, oder wenn man die Wirksamkeit einiger derselben vermehrt oder vermindert. Auch durch die Einwirkung der atmosphärischen Einflüsse werden solche Schwankungen hervorgerufen und Beides wird hinderlich sein, um ein gleichförmiges Licht zu erhalten. Es wird daher stets vortheilhaft sein, die auf die erwähnte Art erhaltenen, einzelnen Ströme unabhängig voneinander zu machen. Dieß wird erreicht, indem man in den Strom jedes einzelnen Rheophoren einen elektrometrischen Regulator einschaltet; derselbe ist so gleichsam als ein automatischer Rheostat zu betrachten. Auf solche Weise ist es möglich, den Strom des Hauptconductors in eine beliebige Anzahl Rheophoren zu leiten, ohne daß diese eine merkliche Abhängigkeit voneinander erhalten, indem jener Apparat aus zwei empfindlichen Theilen besteht, durch deren Thätigkeit ununterbrochen eine Ausgleichung der elektrischen Intensität bewirkt wird, welche man ihnen im Voraus in bestimmten Verhältnissen zugemessen hat.

In dem angeführten Werkchen findet sich ferner ein Artikel, welcher dem Kosmos entlehnt ist; wir lassen hier, um das bereits Mitgetheilte nicht zu wiederholen, einige Stellen folgen:

„Das Princip, auf welchem der Mechanismus der Lyoner elektrischen Lampe beruht, ist ganz neu und sie unterscheidet sich wesentlich von andern Apparaten, welche zu gleichem Zwecke dienen sollen. Dieses Princip ist übrigens einfach und leicht zu begreifen. Die negativ=elektrische Kohle ist an einem verticalen Stabe befestigt und unbeweglich; die positiv=elektrische Kohle aber, welche sich während der Thätigkeit des Apparates rascher abnußt, ist an der Spitze eines Schwimmers angebracht, welcher auf der Oberfläche einer in einem Rohre befindlichen Quecksilbersäule ruht. Dieser erste Quecksilberbehälter steht theils durch einen metallenen Canal, theils durch ein Kautschukrohr in Verbindung mit einem zweiten Behälter, der größer ist und höher liegt, aber ebenfalls Quecksilber enthält. Der Canal, durch den die beiden Reservoirs communiciren, geht durch die Spule eines vertical stehenden Elektromagneten. Ersterer besteht aus zwei Theilen oder Siphons; eine der Branchen des ersten Siphons mündet in den oberen Quecksilberbehälter; eine zweite, kürzere, endet mit ihrem oberen, offenen, aus Kautschuk bestehenden Ende oben in der Ebene des

Elektromagnetes und dient als Ventil. Die obere Branche des zweiten Siphons umgiebt die zweite Branche des erstern und nimmt das aus dieser zweiten Branche tretende Quecksilber auf. Die zweite Branche des zweiten Siphons geht zum unteren Reservoir und führt das aus dem ersteren abfließende Quecksilber dahin:

Der Anker des Elektromagneten ist um ein horizontales Charnier beweglich und wird durch eine Feder gehalten. Wirkt der Elektromagnet, so wird der Anker angezogen und schließt dann mehr oder weniger die concentrischen Oeffnungen der zweiten Branche des ersten Siphons und der ersten Branche des zweiten und zwar mehr oder weniger dicht, je nachdem der Anker mehr oder weniger stark angezogen wird. Hat man uns recht verstanden, so wird man errathen, daß durch den hydrostatischen Druck oder nach dem Principe der Niveaugleichheit in communicirenden Röhren das Quecksilber des oberen Reservoirs unaufhörlich in das untere Reservoir zu gelangen strebt, und daß es davon nur dadurch verhindert wird, daß der Anker des Elektromagneten, welcher von letzterem angezogen wird, auf die Oeffnungen der Branchen des Siphons drückt. Nichts ist nun leichter, als den Mechanismus dieses Regulators in Thätigkeit zu setzen und ihn zu benutzen. Beim Beginne des Experimentes läßt man eine hinreichende Menge Quecksilber aus dem oberen Behälter in das untere einströmen, so daß die Spitze der positiv=elektrischen Kohle, welche durch den Schwimmer getragen wird, der Spitze der feststehenden negativ=elektrischen Kohle hinreichend genähert ist, damit der elektrische Strom übergehen kann. Man stellt dann den Anker des Elektromagnetes durch die mit demselben verbundene Feder so, daß er, während der Strom von einer Kohlenspitze zur andern übergeht, angezogen wird und so die Oeffnungen der Branchen der Siphons schließt.

Durch die Verbrennung der positiv=elektrischen Kohle wird der Abstand von der negativ=elektrischen nach und nach vergrößert; der Strom verliert daher an Intensität und die anziehende Kraft, welche der Elektromagnet auf seinen Anker ausübt, wird geringer. Die Wirkung der Feder, welche den Anker von dem Elektromagneten wegzuziehen strebt, wird endlich überwiegend, der Anker hebt sich etwas, die mehrgenannten Oeffnungen werden frei und es wird in Folge dessen ein Theil Quecksilber von dem oberen Behälter in

den untern treten. Das Niveau des Quecksilbers hebt sich, mit ihm der Schwimmer, die positiv=elektrische Kohle nähert sich der negativ=elektrischen wieder, der Strom erlangt seine frühere Intensität, der Anker wird wieder angezogen und dadurch der weitere Zufluß von Quecksilber verhindert. Letzterer tritt erst dann wieder ein, wenn die Entfernung der Kohlenspitzen von Neuem zu groß wird; während so durch die Verbrennung die Kohlen sich fortwährend voneinander entfernen, hebt der hydrostatische Druck des Quecksilbers, geregelt durch das Spiel des Ankers unter dem Einflusse des elektrischen Stromes, fortwährend die untere Kohle und nähert sie der oberen. Ist die Feder des Ankers gehörig gespannt, nicht mehr nicht weniger, als es erforderlich ist, was durch einfaches Probiren, nicht schwieriger als das Herrichten einer gewöhnlichen Dellampe, leicht erreicht wird, so werden sich die zwei Effecte der Entfernung und Annäherung genau ausgleichen. Die beiden Kohlenspitzen bleiben in gleicher Entfernung und das elektrische Licht leuchtet mit merklich constanter Intensität fort, vorausgesetzt, daß die Intensität des durch die galvanische Batterie gelieferten und durch den Regulator moderirten Stromes constant bleibt. Ohne andere Schwankungen, als die, welche die mangelnde Gleichförmigkeit der Kohle herbeiführt, wird das Licht bis zum vollständigen Verbrauche der Kohle fortleuchten. Wir sahen zwei solcher Lampen leuchten und beide gaben ein sehr lebhaftes Licht, das hinreichend constant war, um es zu einer wirklich practischen Beleuchtung zu verwenden.“

An einer anderen Stelle des Kosmos wird der elektrometrische Regulator in folgender Weise beschrieben: „Einer der Rheophore (Leitungsdrähte), welche von der Batterie ausgehen, ist zerschnitten und an jedem der beiden getrennten Enden eine Platinplatte angebracht. Die Platten sind im Innern einer gläsernen Glocke befestigt, stehen mit ihren breiten Seiten nahe aneinander, berühren sich aber nicht. Diese Glocke, welche gleichsam einen Gasometer bildet, taucht in ein Gefäß ein, welches Wasser enthält, das durch etwas Schwefelsäure leitender gemacht wurde. Gestattet man zuerst der Luft einen Ausweg, so daß sich die Glocke mit Wasser füllen kann, so tauchen die Platinplatten in das Wasser ein; geht dann der elektrische Strom durch die Rheophoren, so muß er auch die Wasserschicht

zwischen den beiden Platinplatten durchlaufen; das Wasser wird dadurch zerlegt, die beiden Bestandtheile desselben scheiden sich als Wasserstoffgas und Sauerstoffgas aus, und indem sich die Gasarten in der Glocke sammeln, wird dieselbe gehoben. Mit dieser Hebung treten aber auch die Platinplatten mehr aus der Flüssigkeit heraus und in dem Verhältnisse, wie dieß geschieht, wird auch der elektrische Strom geschwächt; er würde ganz unterbrochen werden, sobald die Glocke so weit gehoben würde, daß die Platten gar nicht mehr in die Flüssigkeit eintauchten. Verschafft man dagegen dem in der Glocke angesammelten Gase einen Ausweg, so muß sich die Glocke senken, die Platinplatten tauchen wieder tiefer in die Flüssigkeit ein, der Strom geht in größerem Maße durch und es entwickelt sich mehr Gas, wodurch die Glocke wieder gehoben wird u. s. w. Es versteht sich von selbst, daß die Oberfläche der Platinplatten hinreichend groß sein muß, daß, wenn sie ganz eintauchen, sie die in der galvanischen Batterie entwickelte Elektrizitätsmenge vollständig fortzuleiten im Stande sind. Zu dem Apparate gehört nun ferner ein Elektromagnet, welcher in den Kreis des elektrischen Stromes eingeschaltet ist, und der aus zwei Branchen oder Cylindern besteht. Die Armatur oder der Anker bildet einen zweiarmigen Hebel, dessen Umdrehungspunct auf einem der Cylinder angebracht ist. Die Arme des Hebels haben ungleiche Länge; der kürzere befindet sich über dem Elektromagnet und wird, wenn derselbe thätig ist, angezogen, der andere, längere Arm wird dagegen von einer Kraft afficirt, die der des Elektromagneten entgegenzuwirken strebt. Diese Kraft kann entweder durch eine Feder ausgeübt werden oder durch einen sogenannten Läufer und muß vermehrt oder vermindert werden können. Wird eine Feder angewendet, so ist es leicht, dieselbe mehr oder weniger zu spannen; wendet man einen Läufer an, so erreicht man denselben Zweck durch Verschieben desselben auf den längeren Hebelarm. Der andere Cylinder des Elektromagneten ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt; ein vom unteren Ende der Durchbohrung ausgehendes Rohr steht in Verbindung mit dem Innern der Gasometerglocke, so daß das Gas von hier aus in das Rohr durch den Cylinder des Elektromagneten treten kann. Der Anker des Elektromagneten, sowie die obere Fläche des durchbohrten Cylinders sind gut abge-

schliffen, so daß, wenn ersterer auf der Oeffnung aufliegt, dieselbe luftdicht geschlossen ist. Letzteres geschieht folglich, wenn der Elektromagnet den Anker angezogen hat. Solange nun die Kraft des Elektromagneten überwiegend ist, wird der Ausgang für das in der Glocke angesammelte Gas geschlossen sein; wird dagegen die Federkraft oder der Druck des Läufers stärker, so hebt sich der Anker etwas, die Oeffnung in dem Cylinder des Elektromagneten wird frei und es kann Gas entweichen. So ist der Apparat vollständig und wir wollen nun sehen, wie er wirkt.“

„Nehmen wir an, der Strom hätte eben die richtige Stärke, die erforderlich ist, um damit einen gewissen Zweck zu erreichen, z. B., um elektrisches Licht zu erzeugen, galvanoplastische Ablagerungen herzustellen, Kräfteffekte auszuüben u. s. w., so wird man es mit dem beschriebenen Apparat erreichen können, daß dieser Strom in gleicher Intensität fortwirkt. Nehmen wir an, daß durch die fortdauernde Gasansammlung die Glocke gehoben würde und folglich die Platinplatten weniger tief in die Flüssigkeit eintauchten, die Stärke des Stromes also vermindert würde, so wird dadurch auch die Kraft des Elektromagnets geschwächt und es muß, sobald die ihr entgegenwirkende Federkraft größer geworden, der Anker sich heben und Gas austreten; die Glocke sinkt wieder, bis die Intensität des Stromes groß genug geworden ist, um durch die erhöhte Thätigkeit des Elektromagnetes das weitere Entweichen des Gases zu unterbrechen. Damit nun gerade ein Strom von bestimmter Intensität andauernd thätig bleibe, kommt es nur darauf an, die auf den Anker des Elektromagnetes einwirkenden Kräfte in das richtige Verhältniß zu bringen. Einige Versuche reichen hin, um dieß schnell zu bewirken. Eine Vermehrung oder Verminderung der Intensität des elektrischen Stromes läßt sich dadurch erreichen, daß man die auf den Anker wirkende Federkraft vermindert oder vergrößert.“

Die Herren Lacassagne und Thiers versicherten uns, daß sie auf solche Weise eine fast absolute Regelmäßigkeit in der Wirkung des elektrischen Stromes erlangt hätten oder doch wenigstens eine für die Praxis vollkommen genügende.

Unangenehm waren den genannten Herren die Oseillationen, welche der Anker des Elektromagneten macht, wenn der Apparat

thätig ist; sie haben aber eine glückliche Idee gehabt, durch welche sie jene Oscillationen beseitigten. Sie haben nämlich dem unter der Glocke sich ansammelnden Gas einen andern Ausweg gegeben und zwar durch einen, mit einem Schlüssel versehenen Hahne, den man eben nur so weit öffnet, daß genau die Gasmenge entweicht, welche durch die regelmäßigen Oscillationen des Ventilators entweichen würde. Auf diese Art wird das Geräusch vermieden, welches die Bewegung des Ankers verursacht, und diese Einrichtung gewährt noch den großen Vortheil, daß man das entweichende Gas in einer graduirten Glasröhre, welche in einer pneumatischen Wanne steht, auffangen kann, um aus der Menge desselben berechnen zu können, wie viel Wasser zersezt, und welches die Menge der Electricität war, die in den Apparat zur Thätigkeit kam. Von der Lösung des Problems, den Strom durch den elektrometrischen Regulator oder den selbstthätigen Rheostaten in gleichmäßiger Stärke zu erhalten, zu der nicht weniger wichtigen Lösung der Aufgabe, einen einzigen elektrischen Strom in eine beliebige Anzahl constanter Ströme zu theilen, deren Intensitäten einen bestimmten Theil der Intensität des Hauptstromes bilden, ist nur ein Schritt. Angenommen, der Strom einer galvanischen Batterie hätte eine genügende Intensität, um damit die beabsichtigten Zwecke zu erreichen und man befestigte an den einen der Pole, z. B., den positiven, einen Rheophor oder Conductor, der den von der Batterie kommenden Strom ohne Widerstand durchgehen läßt, so kann man jenen Rheophor sich recht gut als ein Bündel verschiedener einzelner Drähte denken. Durchschneiden wir das Bündel und bringen an beiden Schnittenden Platinplatten an, welche wir zu einem ersten automotorischen Rheostaten benutzen, wie wir ihn eben beschrieben, so wird dadurch in der schon erwähnten Weise der Hauptstrom oder, wenn man es sich so denken will, eine beliebige Anzahl einzelner vereinter Ströme, die zusammen den Hauptstrom bilden, regulirt. Tritt der Strom aus dem Rheostaten, so können nun recht gut die einzelnen vorher als vereint gedachten Drähte sich trennen und nun einzeln in einer der Intensität des Stromantheils, welchen sie fortführen sollen, entsprechenden Stärke nach den verschiedenen Apparaten hingehen, für welche sie thätig zu sein bestimmt sind. Diese Apparate können entweder aus elektrischen Lampen,

oder galvanoplastischen, oder Vergoldungs- oder elektromagnetischen Motoren bestehen.

Diese Theile des vereinten Stromes würden aber nicht regulirt sein; schaltet man aber in jeden einzelnen Stromtheil einen solchen elektrometrischen Regulator oder automotorischen Rheostaten ein, so kann man nach Bedürfniß jeden der einzelnen Ströme reguliren und seine Intensität messen. Es versteht sich von selbst, daß alle die einzelnen Leitungsdrähte, nachdem sie die Apparate passiert haben, für welche sie thätig waren, sich wieder zu einem einzigen Bündel vereinigen müßten, welches dann mit dem negativen Pole der Batterie verbunden werden muß, um so den elektrischen Kreislauf herzustellen. Auf diese Weise ist dann Alles regulirt, ausgeglichen und gemessen. Sobald einer der fraglichen Apparate zu wirken aufhört, hindert die Thätigkeit der automotorischen Rheostaten, daß nicht eine größere Menge Elektrizität in die andern Kreise eintritt, oder daß die andern Apparate aufhören, regelmäßig zu wirken. Durch die beschriebenen Einrichtungen wird in der That jedem der einzelnen Leitungsdrähte eine bestimmte Quantität Elektrizität zugewiesen, welche sich ohne den Willen des Experimentators nicht ändern kann.“

Unsere deutschen Journale haben von den Erfindungen der Herren Lacassagne und Thiers noch sehr wenig mitgetheilt; was sie enthalten, sagen die folgenden Worte, dem Magazin für die Literatur des Auslandes 1856 entnommen:

„Eine Erfindung, welche dazu bestimmt ist, in den ökonomischen Verhältnissen des Geschäftslebens große Verbesserungen herbeizuführen, kann die vielen Hoffnungen, welche sie im Geiste des Erfinders oder in der Phantasie der Massen erweckt, die ein practisches Interesse daran haben, nicht sofort befriedigen. Die Schwierigkeiten, die sich einstellen, wenn ein in der Theorie gelöstes Problem practisch ausgeführt werden soll, sind um so größer, je größer der Einfluß dieser Ausführung auf die socialen Lebensverhältnisse werden soll. Diese Schwierigkeiten mahnen die Menschheit immer, wenn die Ungeduld ihrer Wünsche sie verleitet, das Vollkommene, welches sich nur in der Vorstellung findet, in der Wirklichkeit zu suchen, an die Nothwendigkeit der Arbeit.“

„Die Geschichte der Dampfmaschine zeigt uns nicht gleich die

schönen Erfindungen James Watt's; sie führt uns die Angst und Roth von Salomon Gauß, die unvollkommenen Versuche und die erfolglosen Bemühungen Denis Papin's, die Unvollkommenheiten der atmosphärischen Maschine des Schlossers Newcomen vor Augen. Man könnte die Geschichte der großen Erfindungen die Geschichte des Märtyrertums der Erfinder nennen."

"Obwohl die Erfindung der Beleuchtung mittelst der Elektrizität der Dampfmaschine an Wichtigkeit bei Weitem nicht gleichkommt und die ersten in dieser Beziehung gemachten Versuche noch sehr neu sind, so kann man doch behaupten, daß auch sie schon viele Hoffnungen getäuscht hat. Eine von denen, welche die elektrische Beleuchtung zum Gegenstande ihrer Bemühungen gemacht, wollte die ganze Breite des Canals zwischen Dover und Calais beleuchten; die practischen Schwierigkeiten, die bei dieser Art von Versuchen aus der Verbrennung der Kohle und aus der Ungleichmäßigkeit der elektrischen Ströme hervorgehen, brachten ihn zur Verzweiflung, zu einer Verzweiflung, die um so schrecklicher war, da sie unbekannt blieb."

"Alle Bemühungen, die seit den ersten Versuchen des Herrn Leon Foucault in Bezug auf das elektrische Licht einander gefolgt sind, haben bis jetzt den erwünschten Erfolg nicht gehabt; sie haben nur das zu überwindende Haupthinderniß immer klarer herausgestellt. Um die Gleichmäßigkeit des elektrischen Lichtes zu erreichen, ist es nicht genug, daß man die Ursache des Funkensprühens beseitigt; es ist auch noch nöthig, daß der das Licht erzeugende elektrische Strom von allen Störungen frei gemacht wird, welcher die Unbeständigkeit der die elektrische Batterie zusammensetzenden Elemente mit sich bringt. Zu diesen Schwierigkeiten kommt dann noch die Kostenfrage."

"Schon zu Anfang des vorigen Jahres hatten die französischen Zeitungen von Neuem auf die elektrische Beleuchtung sich beziehende Versuche berichtet, die im Wintergarten in Lyon durch Lacassagne und Thiers gemacht worden wären. Alle Organe der Lyoner Presse stimmten in der Anerkennung überein, daß diese Versuche vollkommen geglückt wären. Es haben die Genannten seitdem fortgefahen, die von ihnen erfundenen Apparate so viel als möglich noch zu vervollkommen und zu vereinfachen. Am

26. October 1856 haben die in Paris auf den Elisäischen Feldern Promenirenden die herrliche Straße, die zu dem Triumphbogen de l'Etoile führt, etwa vier Stunden lang beleuchtet sehen können, durch vier elektrische Lampen, die wir im Folgenden beschreiben wollen.“

„Der elektrische Beleuchtungsapparat besteht in allen bekannten Systemen aus zwei von einem dynamischen Elektrizitäts-erzeuger ausgehenden Leitern, die an ihren äußersten Enden Stifte von Kohle tragen; diese Kohlestifte werden bei ihrer Annäherung glühend und leuchten mit einem sehr intensiven Lichte. Dieses Licht wird dann mittelst eines parabolischen oder sphärischen Spiegels, je nach dem Raume, den man beleuchten will, nach dieser oder jener Richtung hingeleitet. In Folge dieser Verbrennung vergrößert sich die Entfernung der Kohlestifte voneinander, und das Licht wird schwächer. Durch alle bisher ersonnenen Mittel, diesem Uebelstande abzuhelpfen, ist man nur dazu gelangt, die Anzahl der elektrischen Funken durch ihre Intensität zu ersetzen (?). Die Herren Lacasagne und Thiers haben den Uebelstand durch eine eben so sinnreiche wie einfache Methode beseitigt.

Man stelle sich vor, daß der obere Kohlestift fest ist, der untere aber beweglich in der Richtung von Unten nach Oben, indem er mittelst eines Schwimmers auf einer Quecksilbermasse schwimmt. Man sieht ein, daß es durch ein Mittel, welches, wenn es an der Zeit ist, das Niveau dieser Flüssigkeit hebt, möglich ist, die Entfernung zwischen den beiden Kohlen immer gleich zu erhalten, oder wenigstens, so oft es nöthig ist, wieder gleich zu machen. Jenes Mittel aber ist der elektrische Strom selbst.“

„Das Quecksilber nämlich befindet sich in einem cylindrischen Gefäße, welches mit einem etwas weiteren und über dem Niveau des Schwimmers angebrachten Behältniß in Verbindung steht. Die beide Gefäße verbindende Röhre wird durch ein mit Kautschuk belegtes Ventil, welches zugleich von einer Stahlfeder und von der eisernen Armatur eines kleinen Elektromagneten gedrückt wird, verschlossen oder geöffnet. Der aus der Batterie kommende elektrische Strom hält zuerst dem Druck der Stahlfeder das Gleichgewicht; aber in dem Maße, als in Folge der Verbrennung die Entfernung der Kohlen größer wird, wird der elektrische Strom schwächer, und

die Kraft der Stahlfeder wird überwiegend über die Armatur. Was dann geschieht, kann man sich leicht vorstellen. Das Ventil durch die Stahlfeder in die Höhe gezogen, stellt eine Verbindung zwischen den beiden Behältnissen her, und es läuft etwas Quecksilber in das untere Gefäß, bis in Folge der Annäherung der Kohlen, die durch den gehobenen Schwimmer bewirkt wird, die Stärke des elektrischen Stromes so weit zugenommen, daß dieselbe wieder den Druck der Stahlfeder überwiegt und das Ventil sich schließt.“

„Auf diese Weise wird bewirkt, daß die untere Kohle fortwährend soviel emporgehoben wird, daß die Entfernung der beiden Kohlen, trotzdem sie verbrennen, doch immer dieselbe bleibt.“

„Den Uebelstand, daß die Elemente der Volta'schen Batterie sich abnutzen, der elektrische Strom also und das durch denselben erzeugte Licht schwächer werden, finden wir ebenso glücklich durch den Hülf'apparat beseitigt, den Lacassagne und Thiers den elektrometrischen Regulator nennen. Die Einrichtung desselben ist der des eben beschriebenen Mechanismus sehr ähnlich. Die Genauigkeit dieses zweiten Apparates geht so weit, daß man mittelst desselben nicht bloß elektrischen Strömen, die aus einem und demselben Elektricitäts'erzeuger kommen, bestimmte Intensitäten geben, sondern auch die Quantität dynamischer Elektricität, die zu irgend einer Arbeit angewendet wird, bestimmen kann. Es wird also künftig auch keine Schwierigkeiten mehr haben, die Kosten für eine bestimmte Quantität Licht genau zu berechnen. Bis jetzt können wir bestimmte Zahlen in Bezug auf den Kostenpunct nicht anführen. Die Quantitäten von Säuren, die von den Volta'schen Batterien verzehrt werden, sind ziemlich bedeutend erschienen; aber man darf nicht vergessen, daß die meisten dadurch entstehenden Rückstände in einer Werkstätte, welche mit der Production des zur Beleuchtung von Paris nöthigen Lichtes die Fabrication gewisser chemischer Producte verbinden würde, sehr gut benutzt werden könnten.“

„Wir können wohl sagen, daß die am Triumphbogen de l'Etoile gemachten Versuche in Bezug auf die erstrebte Gleichmäßigkeit des elektrischen Lichtes, allen Anforderungen entsprochen haben, und daß nur noch der Kostenpunct zu überwinden bleibt.

Hassenstein, elektrisches Licht.

Nicht aber bloß die großen Städte warten auf eine Beleuchtung durch die Electricität, auch im Interesse der Schifffahrt ist eine solche Beleuchtung sehr zu wünschen; die Klippen, die Archipele, die Canäle, durch welche die Schifffahrt die Menschen und ihre Reichthümer hindurchbringt, sind fast alle gegenwärtig noch nicht besser beleuchtet, als zur Zeit der Barbaren."

Aus dem, was wir über die Apparate von Lacassagne und Thiers mittheilten, wird wohl jedem Leser die Einrichtung derselben klar geworden sein. Alle in dem Vorstehenden enthaltenen Urtheile sind im hohen Grade günstig für dieselben. Was den eigentlichen Beleuchtungsapparat betrifft, so halten wir ebenfalls die Idee, das Quecksilber in der angegebenen Weise zu benutzen, um die verbrennenden Kohlen immer in der richtigen Entfernung voneinander zu erhalten, für eine glückliche. Bei allen früher beschriebenen Apparaten von Seidmacher, Watson, von Foucault, Duboscq und Deleuil und Anderen erfolgt die Annäherung der Kohlenstifte mit Hülfe des zeitweise thätigen Elektromagneten immer nur stoßweise und es kann daher eine vollkommen gleichmäßige Bewegung des einen Kohlenstiftes und also auch eine vollkommene Gleichmäßigkeit des elektrischen Lichtes nicht erreicht werden. Bei der Einrichtung von Lacassagne und Thiers dagegen muß die Bewegung des unteren Kohlenstiftes eine vollkommen ruhige und gleichmäßige sein. Das Uebergehen des Quecksilbers aus dem oberen Behälter durch das Verbindungsrohr in den Cylinder, welcher den Schwimmer mit der Kohle trägt, muß gleichsam in einem ununterbrochenen Strome Statt finden, und das durch den Elektromagneten in Thätigkeit erhaltene Ventil wird nur die Function verrichten, eben so viel Quecksilber passieren zu lassen, als erforderlich, bald etwas mehr, bald weniger. Wir glauben daher, daß, wenn auch die Anwendung des flüssigen Quecksilbers manche Unannehmlichkeiten hat, der Apparat von Lacassagne und Thiers allen bis jetzt bekannten, zu gleichem Zwecke erfundenen Apparaten vorzuziehen ist.

Was aber nun den elektrometrischen Regulator betrifft und seine Anwendung bei der Vertheilung eines elektrischen Stromes in mehre Ströme, so bezweifeln wir den practischen Nutzen, den man diesem Apparat beilegt. In der Theorie ist die Sache ganz

richtig, aber in der Praxis wird sie auf unüberwindliche Hindernisse stoßen. Der elektrometrische Regulator wird nämlich die Kraft des elektrischen Stromes zu bedeutend schwächen, theils schon durch die geringere Leitungsfähigkeit der Flüssigkeitsschicht, welche sich zwischen den Platinplatten des Rheostaten befindet, theilweise aber und noch viel mehr durch die Gasblasen, welche sich an die Platten ansetzen, indem das Wasser in seine Bestandtheile, Wasserstoff und Sauerstoff, zerlegt wird. Diese Verminderung der Leitungsfähigkeit wird überhaupt die beabsichtigte Wirksamkeit des elektrischen Regulators hindern und ihn für practische Zwecke unbrauchbar machen.

Im Genie industriel, Februar 1858, theilen Duboscq und Marcail eine neue Einrichtung eines von ihnen erfundenen Regulators für das elektrische Licht mit, welcher nach ihrer Angabe Außerordentliches leisten soll. An dem genannten Orte heißt es: „Obgleich der ältere Regulator von Duboscq (den wir früher bereits beschrieben haben) schon sehr einfach ist, so glaubte doch der Erfinder, ihn noch mehr vereinfachen zu können.“ Auf die mechanischen Principien der Moderatorlampe sich stützend, ist es ihm und Marcail gelungen, ein System zu combiniren, welches die Fixirung des leuchtenden Punctes gestattet. Dieser neue Regulator besteht, wie eine gewöhnliche cylindrische Lampe, aus einem mit Del gefüllten Fuß, worin sich ein Kolben bewegt, der durch eine Spiralfeder stark von Oben nach Unten gedrückt wird. Diese Feder trägt an ihrem oberen Ende eine gegliederte Stange in Form der bekannten rautenförmigen Gliederscheere. Das Del, auf welches der Kolben wirkt, kann durch eine Röhre ausfließen, die an einer Stelle durch einen Kautschukhals eingeengt ist. Dieser Hals wird durch einen an der Armatur des Elektromagneten angebrachten Metallhebel mehr oder weniger gedrückt. Der Elektromagnet aber ist in eine galvanische Kette eingeschaltet. Die beiden Kohlenstäbchen sind an zwei unter dem Einflusse der Rautenscheere gegeneinander bewegliche Kohlenhalter befestigt. Da die Rauten der Scheere so berechnet sind, daß sie nach Maßgabe der ungleichen Abnutzung zwei ungleiche Wege darbieten, so erhält man durch ihre Vermittelung den nämlichen Effect, wie durch zwei Räder oder Rollen von ungleichen, durch Rechnung gefundenen

Durchmessern. Zur Erlangung einer genau im Verhältniß zur Abnützung der Kohlenstäbe stehenden Bewegung handelt es sich demnach lediglich darum, die Ausflußmündung des Deles mehr oder weniger einzuengen.

Das Spiel der Armatur ist leicht zu begreifen. Um den Apparat zunächst in Gang zu setzen, genügt es, wie bei allen Regulatoren, die Kohlenträger, so weit wie möglich voneinander zu entfernen, was dadurch bewerkstelligt wird, daß man den Kolben bis zu seinem höchsten Stande aufzieht. Hierauf stellt man den Mechanismus mittelst eines Einfalles still, bringt die Kohlen an ihre Stellen und in den geeigneten Abstand voneinander und setzt den galvanischen Strom in Thätigkeit. Solange der Abstand zwischen beiden Kohlen nicht sehr bedeutend ist, findet nach Maßgabe der Verengung der Ausflußmündung nur ein sehr langsamer Ausfluß des Deles Statt. Sobald aber dieser Abstand zu groß wird, erweitert der Elektromagnet diese Oeffnung, worauf die Kohlen augenblicklich sich einander nähern. Dadurch erlangt aber der Strom wieder eine neue Stärke und veranlaßt den Elektromagnet von Neuem auf die Ausflußmündung zu wirken und dieselbe enger zu machen, um auf diese Weise den Ausfluß zu reguliren.

Diese Verbesserung des Duboscq'schen Regulators ist jedenfalls durch den von Lacassagne und Thiers erfundenen Apparat veranlaßt worden.

Jobard, Director des technischen Museums in Brüssel erwähnt in einem Berichte an die Academie der Wissenschaften in Paris einer Erfindung, die, wenn sie wahr wäre, hinsichtlich der elektrischen Beleuchtung von großer Wichtigkeit wäre. Die deutsche Gewerbezeitung von F. G. Wieck theilt darüber Folgendes mit:

„Die Theilbarkeit des elektrischen Lichtes (?) Der mit kühnen Plänen reich beschwingte Jobard von Brüssel schreibt der „academie des Sciences“ in Paris von einer Erfindung, mittelst welcher man das elektrische Licht einer Quelle in so viele einzelne Lichter zerlegen könne, wie man immer wolle, von der kleinen Nachtlampe an bis zum hellflammenden Leuchtturm. Man weiß, sagt Jobard, daß der leuchtende Bogen, der zwischen zwei Kohlenspißen sich erzeugt, nur in einem Punkte zwar ein

höchst intensives, aber sehr ungleiches, flackerndes, stechendes und kostspieliges Licht giebt. Einen jungen Naturforscher, Namens de Chany, ist es nun aber gelungen, durch Lösung der Aufgabe der Theilung des galvanischen Stromes alle Uebelstände zu heben.“

„Ich trete eben aus seinem Laboratorium, schreibt J o b a r d weiter, wo der junge Mann schon seit 6 Jahren arbeitet und be- eile mich, einen raschen Ueberblick desjenigen zu geben, was ich sah, nämlich eine verbesserte Zink-Kohlenbatterie von 12 Elementen, welche einen stetigen, leuchtenden Bogen gab, ohne Flackern und Unterbrechungen zwischen beiden Kohlenspitzen, die vermöge einer Stellvorrichtung seiner Erfindung einander genähert werden, so vollkommen, wie ich nur irgend eine andere kenne. Und weiter — ein Duzend kleiner Grubenlampen, auf Kupferdrähten beweglich, die er beliebig anstecken oder auslöschen konnte, diese oder jene, oder alle zusammen, ohne daß die Helligkeit jeder einzelnen Lampe in Folge davon zu- oder abgenommen hätte. Diese in luftleeren Glasröhren eingeschlossenen Lampen sind für Schächte mit schlagenden Wettern bestimmt, so auch zur Straßenbeleuchtung, und können durch Schließung des Stromes alle miteinander angezündet werden. Das Licht ist rein und weiß, wie das Gas von G i l l a r d, mit dem es die einzige Aehnlichkeit hat, daß hier wie dort es durch Vermittelung glühenden Platins hervorgebracht wird. Die Gasröhren sind bei de Chany durch einfache Drähte ersetzt und sind Zerberstungen, Schadenfeuer und üble Gerüche beseitigt.“

„Alle Versuche, mit Hülfe des glühenden Platins das elektrische Licht zu erzeugen, sind fehlgeschlagen, weil die Drähte schmelzen und es an einem Theiler (regulateur-diviseur) bis heute fehlte, welchem Mangel nun durch de Chany abgeholfen ist. Das Licht ist billiger als Gaslicht. Eine auf der Mastspitze eines Schiffes angebrachte Lampe bildet ein bleibendes Signal, das 6 Monate lang wirken kann, ohne daß man den Platindraht zu erneuern nöthig hätte. Da man die Lichter in farbige Gläser luftdicht verschließen kann, so ist nichts leichter als einen Nachtelegraphen zu errichten. Gleicherweise ist eine hohle Glasugel gebaut und mit inwendigem Lichte versehen, mit der man bereits den Versuch gemacht hat, sie in's Wasser zu tauchen, wo sie die

Fische an sich lockt und nicht verscheucht hat. Man wird nun die wunderbare Fischerei in das Leben rufen, von der ich schon früher schrieb."

"Ich mache diese Mittheilung der Academie, ohne zu befürchten, mich in einer Täuschung zu befinden, obwohl es eine sehr überraschende Erscheinung ist, ein Licht plötzlich in der hohlen Hand aufleuchten und wieder verschwinden zu sehen, wenn man will, ein Licht, was man in die Tasche stecken kann und das dennoch fortbrennt." (?)

Die Redaction der „deutschen Gewerbezeitung“ fügt diesen Worten noch bei: „Vorstehende Sache erscheint zwar nicht neu, jedoch immer interessant genug, um in der lebhaften Weise, wie sie Jobard eigen ist, hier eine Stelle zu finden und die Aufmerksamkeit auf einen nicht unwichtigen Gegenstand zu lenken. Denn es ist die Aufgabe der Presse, das Gesagte immer und immer wieder zu sagen, weil das liebe Publicum sehr schwerhörig ist. Die billigeren Herstellungskosten des elektrischen Lichtes, gegen Gaslicht gehalten, müssen natürlicherweise erst nachgewiesen werden. Die Notiz will bloß anregen. Man mag sich weiter bei Jobard in Brüssel erkundigen, um den practischen Werth des Vorgeschlagenen sich selbst näher festzustellen.“

Wir haben diesen Artikel der deutschen Gewerbezeitung hier aufgenommen, nicht weil er Etwas enthält, was die Angelegenheit bezüglich der practischen Benutzung des elektrischen Lichtes zur Beleuchtung fördern könnte, sondern um zu zeigen, in welcher faden Weise man das Publicum mit dergleichen Gegenständen zu unterhalten sucht. Die genannte Redaction sagt, die Sache, welche Jobard mittheilt, sei nicht neu; uns scheint sie doch neu, wenigstens ist uns noch keine Erfindung bekannt, welche das leistet, was hier angeblich de Changy erfunden haben soll. Aber wir zweifeln an der Wahrheit der Mittheilung. Jobard meint, er befürchte nicht, sich in einer Täuschung zu befinden; wir dagegen befürchten, daß es so ist, es ist nicht seine erste Täuschung. Der ganze Artikel ist so gehaltlos, so vage, so ohne alle Wissenschaftlichkeit, daß wir meinen, es sei sehr gut, daß das Publicum für dergleichen „Gesagtes“ recht schwerhörig bleibt.

IV.

Von dem elektrischen Lichte.

Das elektrische Licht wurde zuerst mit Hülfe der sogenannten Elektrifirmaschinen, durch welche Elektricität vermittelst Reibens zweier Körper hervorgerufen wird, beobachtet. Wird eine solche Maschine in Thätigkeit gesetzt, so bemerkt man, namentlich im Dunklen, das elektrische Licht, wie es strahlenförmig aus den beiden sich reibenden Körpern strömt. Namentlich zeigt sich dieses Ausströmen an zugespitzten Körpertheilen. Nähert man sich dem Conductor einer in Thätigkeit befindlichen Elektrifirmaschine mit der Hand oder einem metallenen, am Besten abgerundeten Körper, z. B. einer Kugel, so springt in mehr oder minder großer Entfernung, je nach der Größe und Wirksamkeit der Maschine, ein sogenannter elektrischer Funke über. Bei sehr starken Maschinen zeigt sich dieser Funke in Form eines dem Blitze ähnlichen Zickzack an welchem verschiedene Verästelungen bemerkbar sind. An einer großen Elektrifirmaschine von Winter in Wien, bei welcher die Funken aus dem Conductor auf den sogenannten Funkenzieher in einer Entfernung von 18 Zoll überspringen, zeigen sich diese, sowie es Fig. 25, Taf. VI darstellt. Die Ursache dieser Form ist noch nicht bekannt. Die Farbe des elektrischen Funkens ändert sich mit dem Körper und der Dichtigkeit des Gases, durch welches er geht. In der atmosphärischen Luft und im Stickstoffgas ist die Farbe blau und hell, im Wasserstoffgas carmoisinroth und schwachleuchtend. Im luftverdichteten Raume ist das Licht weiß und glänzend, im verdünnten Luft röthlich oder violett. Für die Darstellung des letzterwähnten Effectes hat man besondere Vorrichtungen. Dieselben bestehen aus einem ellipsoidisch geformten Gasgefäß, das elektrische Ei genannt. Es wird luftleer gemacht und dann die Elektricität auf eine der metallenen Fassungen geleitet, das Licht strömt dann von einer der im Innern befindlichen Kugel zur andern und es zeichnen sich so, je nach dem Grade, in welchem die Luft verdünnt ist, rothe oder violette Lichtbüschel.

Fig. 26, Taf. VI, stellt den Apparat und die Erscheinung dar. Aus den Conductoren starker Maschinen erhält man auch Lichtbüschel aus kleinen Kugeln, wenn man sich denselben mit der Hand oder einem metallenen Körper nähert; in diesen Büscheln erkennt man jedoch deutlich, daß sie aus einzelnen verästelten Funken bestehen. Fig. 27, Taf. VI, giebt ein Bild hiervon. Ist an dem Conductor eine Spitze befestigt, so zeigen sich auch bei schwächeren Maschinen Strahlenbüschel, am stärksten, wenn der Conductor mit positiver Electricität geladen ist; enthält der Conductor negative Electricität, so sind die Lichtbüschel kleiner und gehen eher in einen kleinen leuchtenden Punct und in ein ruhiges Glimmen über. Diese leuchtenden Büschel zeigen sich nicht nur, wenn die kleinen Kugeln oder Spitzen an dem Conductor befestigt sind, sondern auch, wenn man eine solche Vorrichtung in der Hand hält und sie dem Conductor nähert. Wenn man an der Vorrichtung, auf welche man die Funken des Conductors ausschlagen läßt, an dem Funkenzieher, einen dünnen Metalldraht bis fast auf den Boden hängen läßt, so wird dieser Draht im Dunkeln leuchtend, so oft ein Funken von dem Conductor auf den Funkenzieher überspringt. Aus dem Drahte schießen hierbei, wie es Fig. 28, Taf. VI, zeigt, Strahlen nach allen Seiten hin. Das weiße elektrische Licht zeigt im Prisma alle Farben des Sonnenlichtes, doch sind die dunklen Streifen nicht dieselben. Uebrigens ist das sogenannte Farbenspectrum des elektrischen Funkens, nach Beobachtungen von *Wheatstone*, sehr verschieden, je nach der Verschiedenheit des Metalles, aus welchem die Funken gezogen werden, so daß man aus der Farbe und den dunklen Linien des Spectrums die Art des Metalles zu erkennen vermag. Im luftleeren Raume sind diese Erscheinungen ganz dieselben, woraus hervorgeht, daß die Farbe des elektrischen Lichtes nicht, wie Viele annehmen, durch die Verbrennung des Metalles bedingt wird.

Das durch die Reibungselectricität erhaltene Licht ist zwar sehr glänzend und leuchtet außerordentlich stark, schwerlich wird es aber jemand einfallen, es zum Zwecke der Beleuchtung zu verwenden. Einmal ist das Hervorrufen der Electricität durch Reibung zu sehr abhängig von den Witterungsverhältnissen; dann kann aber auch keine ununterbrochene Beleuchtung dadurch erzielt wer-

den, da es nur einzelne Funken sind, welche so erhalten werden können, die, wenn sie auch noch so rasch aufeinander folgen, doch immer einen merkbaren Zeitraum zwischen sich erkennen lassen. Dieses kommt namentlich daher, daß die Dauer eines solchen Funkens, welchen man durch die Reibungselektricität erhält, so unendlich klein ist. Nach Untersuchungen von Wheatstone ist die Dauer eines solchen elektrischen Funkens weniger als der zweiundsiebzigste Theil einer Secunde. Einen deutlichen Beweis von der kurzen Dauer des Funkens und zugleich von der großen Empfindlichkeit des menschlichen Auges für das Licht zeigt folgender Versuch. Stellt man in einem Zimmer eine große, mit von dem Mittelpuncte nach dem Umfange gehenden, bunten Streifen bemalte Scheibe auf, welche sich um ihre horizontal liegende Achse drehen läßt, so wird man, wenn die Scheibe in rasche Umdrehung versetzt wird, von den einzelnen Farbstreifen nichts mehr erkennen können, sondern man erblickt dann eine undeutliche Mischfarbe. Wird aber das Zimmer verfinstert und man läßt, während die Scheibe in möglichst rasche, rotirende Bewegung versetzt wird, Funken aus dem Conductor einer Elektrifirmaschine auf den Funkenzieher schlagen, so wird man jedes Mal die Scheibe sehen, und zwar mit den einzelnen Farben, vollkommen gerade so, als stände die Scheibe still. Wird die rotirende Scheibe bei dauernder Beleuchtung betrachtet, so kann man ihre einzelnen Farben nicht mehr unterscheiden, da der Eindruck der Farben auf das Auge so rasch erfolgt, daß, ehe noch der Eindruck der einen Farbe erloschen ist, der Eindruck der andern Farbe folgt. Bei der Beleuchtung durch den elektrischen Funken aber ist die Beleuchtung in der That nur eine momentane, sie ist eine so kurze, daß für ihre Dauer die Scheibe, auch wenn sie noch so schnell gedreht wird, gar keine Bewegung gemacht hat, und dennoch erkennt das Auge in dieser unendlich kurzen Zeit die von dem elektrischen Funken beleuchteten Gegenstände so vollkommen klar und deutlich.

Der Blitz ist ja bekanntlich auch nichts Anderes als eine elektrische Entladung, wir wissen auch, wie durch einen solchen eine ganze Gegend so vollständig beleuchtet ist, daß wir oft wie am Tage alle Einzelheiten ganz deutlich zu erkennen vermögen. Aber der Blitz erleuchtet, ebenso wie der Funke der Elektrifirmaschine,

nur momentan und daher erkennt man bei einer Beleuchtung durch denselben keine Bewegung, Alles scheint still zu stehen, wenn es auch in der raschesten Bewegung begriffen ist. Betrachtet man einen durch den Blitz beleuchteten, in der größten Geschwindigkeit fortbrausenden Eisenbahnzug, so erscheint er uns als stillstehend. Man erkennt deutlich die Speichen der Räder, die Einzelheiten der Locomotive und ihren Führer.

Wenn es bezüglich der Reibungselektricität nicht gelungen ist, ein dauerndes und gleichmäßiges Licht zu erzeugen, so ist es dagegen um desto vollständiger mit Hülfe der galvanischen Elektricität erreicht worden.

Der galvanische Funken, welcher nur mittelst sehr starker Batterien erhalten wird, unterscheidet sich von dem der Reibungselektricität namentlich auch durch die kurze Schlagweite. Vorgenommene Messungen haben gezeigt, daß die Pole einer Batterie von 12 Zinkplatin-Elementen bis auf $\frac{5}{100000}$ eines Zolles genähert werden können, ohne daß ein Funken überspringt.

Bei einer Batterie, welche Cassiot zusammensetzte, und die aus 3520 Elementen bestand, von denen jedes einen Zinkstab und einen Kupfercylinder erhielt und die erregende Flüssigkeit nur aus Wasser bestand, zeigten sich rasch aufeinander folgend Funken, wenn die Poldrähte bis auf $\frac{2}{100}$ eines Zolles genähert wurden. Dieses Funkenüberschlagen wurde einmal ununterbrochen fünf Wochen lang beobachtet. Die Wirkung jener Batterie war nach drei Monaten ganz unveränderlich dieselbe.

Wie intensiv leuchtend der elektrische Funken ist, läßt sich auch daran erkennen, daß er selbst in einer Lichtflamme noch deutlich zu sehen ist. Auch unter dem Wasser entsteht der Funken, wenn auch weniger leuchtend als der in Luft, doch immer noch mit blendendem Glanze. Die Farbe des galvanischen Funkens ist ebenfalls, wie bei der Reibungselektricität, abhängig von dem Metalle, welches zu den Poldrähten benutzt wird und von der Beschaffenheit des Mittels, durch welches der Funken schlägt. Da übrigens bei schwächer wirkenden galvanischen Apparaten ein eigentlicher Funken gar nicht beobachtet wird, sondern ein bloßes elektrisches Leuchten, so muß diese Lichterscheinung etwas ganz Anderes sein, als der gewöhnliche elektrische Funken. Bei den meisten elektrischen,

mit Lichterscheinung verbundenen Entladungen findet allerdings wohl ein Glühen und Verbrennen des Materials Statt, aus welchem der Schließungsdraht besteht, aber dieses Glühen und Verbrennen ist für die Entstehung des galvanischen Funkens keine Bedingung, denn wir kennen solche Lichterscheinungen, bei denen weder ein Glühen, noch ein Verbrennen Statt finden kann.

Entschieden nachgewiesen wurde es von Neeff, daß jene elektrische Lichterscheinung ganz ohne Glühen oder Verbrennen eines Metalles Statt finden kann und sie auch kein elektrischer Funke im gewöhnlichen Sinne des Wortes, also kein von einem Pol zum andern überspringender Funke ist. Um dies nachzuweisen, benützt man einen sogenannten Inductionsapparat, mit Hülfe dessen die Lichterscheinungen auch selbst mit einem einzigen Elemente kräftig hervortreten. Fig. 29 zeigt einen solchen Apparat, welchen wir bereits in der Einleitung erwähnten. Die Inductionsrolle A enthält zwei Drahtspiralen. Der eine Pol des oder der galvanischen Elemente ist durch einen Draht ab mit dem Quecksilber enthaltenden Näpfschen b verbunden. Von b geht der Strom nach dem Quecksilbernäpfschen d durch einen Metallstreifen, auf eine Weise, wie wir es später noch sehen werden. In das Quecksilber des Näpfschens d taucht auch das eine Ende des sogenannten inducirenden Drahtes, d. h. des Drahtes, durch welchen der galvanische Strom selbst geht. Dieser Draht tritt bei e in die Spule ein, läuft spiralförmig in vielen Windungen um dieselbe und verläßt sie wieder bei f. Das Ende dieses Drahtes g ist mit dem andern Pole des galvanischen Elementes verbunden. Der von dem letztern ausgehende, der inducirende Strom, geht also von a nach b, c, d, e, f und g.

Die zweite Drahtspirale tritt bei h in die Spule ein, läuft immer neben der ersten her und tritt bei i aus. Die beiden Enden dieser Spirale sind h l und i k.

Auf welche Art der Strom von den Quecksilbernäpfschen b nach d geht, zeigt Fig. 30, Taf. VII. An dem einen der drei Pfeiler, auf denen die Inductionsrolle ruht, ist ein Metallring befestigt und dieser trägt das Quecksilbernäpfschen d; an diesem Ringe befindet sich aber auch ein Kupferdraht m n o c, welcher in horizontaler Lage dicht unter der Inductionsrolle liegt. Ueber c

ist dieser Draht rechtwinklich umbogen und endet in einer Platinspitze. Letztere ruht auf einem Platinplättchen, welches auf einem Kupferstreifen aufgelöthet ist, der über p und q zum Quecksilbernäpfchen b führt. Der Kupferdraht m n o c ist bei n breit gehämmert, so daß das Drahtende o c leicht in vibrirende Bewegung versetzt werden kann. Hebt man den Draht in die Höhe, so wird das Ende c nicht mehr auf dem Platinplättchen aufliegen und es ist dann der Strom, welcher an dem galvanischen Elemente von dem einen Pole, von a nach b q p c u. s. w. geht, bei c unterbrochen. Läßt man den Draht wieder fallen, so ist die Verbindung wieder hergestellt. Wir wissen nun, daß bei einer jeden solchen Unterbrechung, so wie bei jeder Wiederherstellung des elektrischen Stromes in der zweiten Drahtspirale, welche in gar keiner directen Verbindung mit dem galvanischen Elemente steht, ein zweiter galvanischer Strom entsteht, der sogenannte inducirte Strom. Die zur Herstellung dieses inducirten Stromes erforderliche Hebung und Senkung des Drahtes m n o c, oder das Deffnen und Schließen des inducirenden Stromes wird auf recht sinnreiche Weise mit Hülfe des Apparates selbst bewirkt. Die Inductionsröhle enthält nämlich einen hohlen Cylinder von weichem Eisen, in welchen auch noch Drahtstifte eingeschoben werden. Das Eisen wird nun, wenn der Strom die Spirale durchläuft, zum Elektromagnet. An dem unter der Rolle weglaufenden Draht ist ferner bei o ein eisernes Plättchen befestigt, welches dem Eisenkern der Inductionsröhle gegenübersteht. So wie nun der Elektromagnet thätig wird, zieht er das Eisenplättchen an und hebt so den Draht, die Spitze c berührt das Platinplättchen nicht mehr, der Strom, welcher vom galvanischen Elemente ausgeht, ist unterbrochen, der Elektromagnet hört auf zu wirken, der Draht fällt wieder nieder, der Strom ist von Neuem thätig; dasselbe Anziehen und Abfallen wiederholt sich in rascher Aufeinanderfolge, so daß die inducirte Drahtrolle mit kaum merkbarren Unterbrechungen einen Inductionstrom giebt. Letzterer hat für unsere Zwecke keine Bedeutung, er wird hauptsächlich zu physiologischen Einwirkungen benutzt, zu welchem Zwecke die Conductoren N, P dienen, durch welche die Wirksamkeit des inducirten Stromes, z. B. auf den menschlichen Körper übergeführt wird.

Bei jenem raschen Wechsel in der Unterbrechung und Wiederherstellung des elektrischen Stromes zeigt sich jedesmal, wenn die Platinspize bei c von dem Platinplättchen entfernt, und ebenso, wenn die Berührung wieder hergestellt wird, ein lebhafter elektrischer Funken oder, eigentlich richtiger, ein ununterbrochenes Lichtpünktchen an der Stelle, wo die Spize das Plättchen berührt. Beobachtet man diese Lichterscheinung durch ein passend angebrachtes Mikroskop, mittelst einer etwa 40—50fachen Vergrößerung, wobei das Objectiv mindestens 1 Zoll vom Lichtpuncte entfernt sein muß, so erkennt man sehr deutlich, daß diese Lichterscheinung immer nur an dem negativen Pole sich zeigt. Geht der positive Strom von der Platte zur Spize über, so erscheint die letztere in ein violettes Licht eingehüllt, die Platte dagegen ist ganz dunkel. Ohne daß hierbei ein Ueberspringen von einem Pole zum andern bemerkbar würde, zeigen sich in dem unveränderlich bleibenden violetten Lichte einzelne blendend weiße, ungemein feine Lichtpünktchen, welche nach allen Seiten hin fahren. Ebenso blitzt in der violetten Lichthülle sehr oft röthliches Licht von großer Intensität auf, wenn der Strom nicht zu schwach ist.

Hat der Strom die entgegengesetzte Richtung, so daß also die Platinspize positiv=elektrisch ist, das Plättchen aber negativ, so erscheint die Spize dunkel und auf dem Plättchen sieht man, von dem Puncte aus, wo die Berührung Statt findet, das violette Licht verbreitet, in welchem sich die glänzend weißen Fünfchen blitzartig zeigen.

Durch ein Verbrennen des Platins läßt sich dieses ruhige, violette Licht, so wenig wie die dazwischen leuchtenden Fünfchen erklären, wenigstens läßt sich das Verbrennen nicht nachweisen. Dennoch ist das Licht bei Anwendung verschiedener Metalle von verschiedener Färbung: mit einer Silberspize ist es grünlich, mit einer Goldspize röthlich.

Der erwähnte Inductionsapparat hat durch eine etwas veränderte Construction noch weitere, höchst interessante Eigenthümlichkeiten der elektrischen Lichterscheinungen kennen lehren. Namentlich hat der Mechaniker Ruhmkorff zuerst einen solchen Apparat construirt, mittelst welchen man elektrische Funken von einer Schlagweite erhält, wie man sie auch bei den stärksten galvanischen Ap-

paraten nicht zu erhalten im Stande ist. Solche Apparate haben, wie der schon beschriebene Inductionsapparat, ebenfalls zwei Drahtspiralen. Die Windungen beider Spiralen sind sorgfältig voneinander durch einen isolirenden Körper getrennt; gewöhnlich benützt man dazu stark gefirnissetes Papier, welches jede Lage von der folgenden trennt. Die zweite Spirale, in welcher der inducirte Strom entsteht, ist aus einem möglichst langen und dünnen Kupferdraht gebildet.

Der bestconstruirte Apparat, welchen man bis jetzt kennt, ist der von dem Mechaniker Stöhrer. Derselbe hat folgende Einrichtung: A A A, Fig. 31, Taf. VII, ist die Inductionsrolle, in welcher der inducirte Strom entsteht. Unter diesen befindet sich die zweite Spirale, durch welche der galvanische Strom von dem Elemente oder mehren vereinten Elementen geht. Die letztere Spirale umgiebt einen Eisendrahtbündel E, welches die Induction verstärkt. B ist der Stromunterbrecher, FR der Entlader. Im Innern des Kastens K befindet sich ein Condensator.

Die Inductionsrolle besteht aus drei Abtheilungen A, A, A mit Seide übersponnenen Kupferdrahtes, zwischen dessen einzelne Lagen zur möglichsten Isolirung eine Mischung von 1 Theil Wachs und 1 Theil Colophonium eingeschmolzen ist. Diese Rollen sind auf Cylinder von übereinandergeseimtem Papier gewickelt. Die Enden dieser Cylinder sind mit Holzringen versehen. Der Draht hat eine Dicke von $\frac{1}{4}$ Millimeter und mehre tausend Fuß Länge. Seine Enden sind mit stärkeren Drähten versehen, die durch kleine im Holzring steckende Glasröhrchen gehen und, wie die Figur zeigt, unter sich verbunden werden.

Die Hauptrolle besteht aus zwei Drähten von gleicher Länge und füllt die Inductionsrolle in sechs Lagen vollständig aus. Dieser Draht ist 1 Millimeter dick und auf einen hohlen und dünnen Holzcylinder gewunden, in welchen das Eisenbündel E gesteckt ist. Dieses wird am Besten aus ohngefähr tausend gegliihten Eisendrähften von $\frac{1}{4}$ Millimeter Dicke bestehen, die oben und unten zu einem cylindrischen Bündel vereinigt sind.

Der Stromunterbrecher besteht aus dem in einem Holzstücke befestigten Elektromagneten M; einem um seine Achse drehbaren Hebel a b, dessen eines Ende b ein aufgeschlizter hohler Cylinder

von Eisen ist und den Anker des Elektromagneten bildet. Auf dem Kupferbügel *c* ist eine Platinplatte *e* befestigt, die sich drehen läßt, damit die durch den Metallstift *a* gehenden Funken nicht immer dieselbe Stelle treffen. Eine starke Feder *i* zieht den Hebel *a b* auf der linken Seite niederwärts und kann durch die Schraube *s* beliebig gespannt werden.

Der Condensator besteht aus zwei 8 — 10 Fuß langen und 10 Zoll breiten Streifen von dickem Staniol, welche zwischen drei etwas breiteren und längeren Streifen Wachstaffet so gelegt sind, daß sie sich nirgends berühren können. Der ganze aus fünf Schichten bestehende Streifen wird nachher zusammengelegt und bildet gleichsam eine Franklin'sche Ladungstafel von gewisser Oberfläche. Der eine Staniolstreifen steht mit dem Hebel *a b*, der andere mit dem Kupferbügel *c* in leitender Verbindung.

Das eine Ende der obersten Inductionsröhle und das andere der untersten sind mit dem Funkenapparate *F R* verbunden. Die andern Enden können unter sich, wie die Figur zeigt, verbunden werden. Die Klemmschraube *P* wird mit dem positiven und *N* mit dem negativen Pole der elektrischen Batterie in Verbindung gesetzt. Das eine Ende der Hauptrolle steht außerdem mit der Klemmschraube *N*, das andere mit *P* in Verbindung. Der Entlader *F R* ist isolirt und mit mehren Klemmschrauben versehen, um Schließungsdrähte einschalten zu können. Oben sind zwei horizontale Stahldrähte, die in beliebige Entfernung gebracht werden können, befestigt.

Sobald die Poldrähte der Batterie bei *P* und *N* eingeklemmt sind, geht der Strom von *P* nach dem Kupferbügel *C* und von da durch die Platinplatte *e* in den Stift *a*, sodann durch die Feder *i* in die Drahtspirale des Elektromagneten *M*. Nachdem er diese durchlaufen, gelangt er nach *p* und von da in die Hauptrolle innerhalb der Inductionsröhle *A*. Bei *N* angelangt, geht er durch einen Draht zum negativen Pole der Batterie. Indem aber durch diesen Strom *M* ein Magnet geworden ist, wird der Anker *b* herabgezogen; dadurch wird das Hebelende *a* gehoben und der Strom bei *o* unterbrochen. Durch die Unterbrechung des Stromes in der Hauptrolle entsteht ein sogenannter Extrastrom, der dieselbe Richtung hat, wie der ursprünglich von der Batterie ausgehende.

Dieser Extrastrom entladet sich gleichsam in den Condensator; dadurch wird sein auf den ursprünglichen Strom kraftvermindernder Einfluß beseitigt. Das Aufhören des ursprünglichen Stromes erzeugt nun auch, wie wir wissen, einen Strom in der Inductionsröhre, der bei n n übergeht; das Beginnen jenes Stromes ruft einen Strom in entgegengesetzter Richtung hervor; der erstere von beiden ist der stärkere.

Mit einem solchen Apparate erhält man elektrische Lichterscheinungen ganz eigenthümlicher Art. Verbindet man damit eine aus zwei großen Zink-Kohlenelementen bestehende Batterie, so springen zwischen den Spitzen n , n elektrische Funken von sehr lebhaftem Glanze über und zwar noch, wenn die Spitzen 14 Pariser Linien voneinander entfernt stehen. Die Funken gehen dabei häufig in Zickzackform über. Bei einer Entfernung von etwa 8 Linien zeigt sich ein ununterbrochener, prasselnder Funkenstrom. Stehen die Spitzen so weit auseinander, daß kein Ueberströmen der Elektricität mehr Statt finden kann, so bemerkt man im Dunklen an denselben leuchtende Büschel. Auf ein den Fassungen, welche die Spitzen tragen, genähertes Metallstück schlagen lebhaftere Fünkchen über, ebenso auch, wenn man einen Finger nähert. Im letztern Falle verursachen die Fünkchen einen stechenden Schmerz; hat man aber gleichzeitig dafür gesorgt, daß die Elektricität des andern Poles gut abgeleitet wird, so empfindet man die heftigsten Erschütterungen. Klemmt man zwischen die beiden Spitzen n , n ein Stückchen Zucker, Kreide, Holz, Glas u. s. w., so entsteht ein sehr schönes Funkenpiel, indem die Entladungen über die Oberfläche jener Körper hin in Blizform erfolgen. Holzspäne, Baumwolle, Papier, Schießbaumwolle, Schießpulver und andere ähnliche Körper, in den Kreis der Entladung gebracht, entzünden sich sehr leicht.

Eine der prachtvollsten Lichterscheinungen, welche damit hervorgerufen werden kann, erhält man, wenn man die Entladungen durch einen luftleeren Raum gehen läßt. Wir erwähnten bereits eines ähnlichen Verfahrens, als wir von den elektrischen Lichterscheinungen sprachen, welche mit Hülfe der Reibungselektricität erzielt werden können. Man kann zu diesem Versuche den nämlichen Apparat benutzen, wie ihn Fig. 26, Taf. VI, darstellt. Die Erscheinung ist aber hier viel prachtvoller, auch zeigt sich hier das

elektrische Licht im luftleeren Raume nicht so gleichartig und ununterbrochen. Bringt man nämlich die beiden Fassungen jener Vorrichtung mit den Spitzen n, n Fig. 31, Taf. VII in leitende Verbindung, so zeigen sich, sobald der Apparat in Thätigkeit ist, folgende Erscheinungen: Die negativ-elektrische Kugel n , Fig. 32, erscheint von einem tiefblauen Lichte eingehüllt, von der positiv-elektrischen Kugel p dagegen strömt ein purpurfarbenes Licht aus, fast bis zur negativen Kugel reichend. Dieses Licht erscheint aber nicht ununterbrochen, sondern es besteht aus einer Reihe heller Schichten, welche durch dunkle Streifen voneinander getrennt sind. Diese Lichtschichtung zeigt sich auch dann, wenn der Strom nur eine augenblickliche Dauer hat, also nur durch eine einzige Stromunterbrechung hervorgerufen wurde. Befinden sich in dem luftleeren Raume Dämpfe von Phosphor, Schwefelkohlenstoff, Terpenthinöl oder Alkohol, so tritt die Schichtung um so deutlicher hervor. Früher glaubte man, daß diese Schichten, welche sich vom positiven Pole nach dem negativen hin bewegen, eine vibrirende Bewegung hätten, allein dieß beruht auf Täuschung. Eine der prachtvollsten Lichterscheinungen erhält man, wenn man anstatt der angeführten Vorrichtung den Recipienten einer Luftpumpe benützt, wie es Fig. 32, Taf. VIII, darstellt, und unter denselben eine tiefe Schale von Uranglas bringt, dann einen der Poldrähte bis auf den Boden der Schale leitet, den andern über den Gefäßrand ein Stück in das Gefäß hinabreichen läßt. Wird dann der Recipient so weit ausgepumpt, daß die Barometerprobe bis auf 1 höchstens 2 Millimeter herabgegangen ist, so scheint, sobald die Verbindung jener Drähte mit dem Inductionsapparate hergestellt und derselbe in Thätigkeit gesetzt ist, das Licht gleichsam aus der Schale überzulaufen.

Diese Erscheinungen des elektrischen Lichtes stellen sich uns so dar, als wenn ein ununterbrochener Lichtstrom von dem positiven Pole nach den negativen ginge. Da wir aber wissen, daß dieselbe ja nur in Folge der Unterbrechung des elektrischen Stromes hervortritt, so läßt sich wohl im Voraus annehmen, daß die Lichterscheinungen stoßweise, wie die Unterbrechungen des Stromes Statt finden. Aber diese Unterbrechungen folgen so rasch aufeinander, daß die Lichtblitze nicht mehr einzeln voneinander unterschieden lassen stein, elektrisches Licht.

werden können. Daß die Lichterscheinung wirklich mit solchen Unterbrechungen eintritt, ist vollkommen überzeugend durch eine von Poggendorf angegebene Vorrichtung nachzuweisen. Dieselbe besteht in einer weißen Pappscheibe von etwa 8 Zoll im Durchmesser, welche runde, schwarze Flecken in drei concentrischen Kreisen so gestellt enthält, daß der äußerste Kreis 10, der mittlere 9, der innere 8 Flecken erhält, wie es Fig. 33, Taf. VIII zeigt. Wird diese Scheibe gedreht, während sie durch das geschichtete elektrische Licht beleuchtet wird, so sieht man bei einer gewissen Drehungsgeschwindigkeit, wie die Flecken, welche den äußeren Kreis bilden, scheinbar vorwärts laufen, die mittleren stille zu stehen und die inneren rückwärts zu gehen scheinen. Diese Erscheinung kann sich nur zeigen, wenn die Beleuchtung mit kurzen Unterbrechungen folgt und sie muß sich in der erwähnten Art zeigen, wenn während einer Unterbrechung die Scheibe sich gerade um 40 Grad gedreht hat.

Bis jetzt glaubte man, daß dieses geschichtete, elektrische Licht durch das eigenthümliche Verhalten der Inductionselektricität bedingt sei, namentlich war man der Ansicht, daß durch die Reibungselektricität ähnliche Erscheinungen nicht hervorgerufen werden könnten, da man mit dem sogenannten elektrischen Ei, welches schon früher erwähnt wurde, etwas Aehnliches nicht beobachtet hatte. Diese Ansicht wurde aber durch Versuche von van der Willigen widerlegt, indem es demselben gelang mittelst einer Leidener Flasche, welche durch jenen Apparat in der Weise entladen wurde, daß in den Kreise der Entladung eine feuchte Schnur gebracht wurde, das geschichtete elektrische Licht darzustellen. Neuerlich hat man beobachtet, daß diese Erscheinung des geschichteten elektrischen Lichtes an dem Inductionsapparat noch viel schöner hervortritt, wenn man anstatt des elektrischen Eies Glasröhren anwendet, welche entweder luftleer gemacht werden, oder die man mit Dämpfen oder Gasen verschiedener Art anfüllt. Zur Einleitung des elektrischen Stromes sind an die Enden der Glasröhren Platindrähte eingeschmolzen. Solche Röhren, welche die mehrerwähnte Erscheinung in ausgezeichnete Weise zeigen, liefert besonders der Mechaniker Geißler in Berlin. In einer besonderen Broschüre von Dr. W. S. Meyer werden eine Reihe Versuche

mit derselben beschrieben und von dem Verfasser nachgewiesen, daß auch mit Hülfe der Entladungen des Conductors einer Elektrifizirmaschine die Erscheinungen des geschichteten elektrischen Lichtes ebenso ausgezeichnet zu erzielen sind, als wie mit dem Inductionsapparate. Aus den interessanten Mittheilungen, welche Dr. Meyer über die von ihm angestellten Versuche macht, geht hervor, daß die mannichfaltigen Farbenercheinungen, welche das geschichtete elektrische Licht zeigt, nicht nur von der Beschaffenheit der Dämpfe abhängt, welche solche Röhren einschließen, sondern auch von der Form dieser Röhren. Nach Meyers Beobachtungen ist der positive Pol stets ausgezeichnet durch einen an der Spitze des Platindrahtes nach Innen zu gerichteten, mehr oder minder intensiv weißen, leuchtenden Punct von etwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Millimeter. Diese Erscheinung zeigt sich sowohl bei Benutzung des Inductionsapparates als bei der der Elektrifizirmaschine. Bisweilen zeigen sich an dem Platindrahte rückwärts eine unendliche Menge kleiner weißer Lichtpunkte, die den sonst ganz dunkel bleibenden Draht gleichsam mit einer kleinen Lichthülle umgeben. Von dem erwähnten Lichtpuncte weiter nach Innen tritt ein zweiter, dichter und anders, gewöhnlich roth, gefärbter Lichtpunct auf, von jenem stets durch eine dunkle Schicht getrennt. Von da ab zeigen sich die übrigen Ringe, nach und nach größer werdend, bis sie sich endlich an die Wand des Glases anlegen.

Am negativen Pole zeigt sich der Draht durch ein ihm eigenthümliches Licht umgeben. Dieses Licht hat eine ausgezeichnet schöne blaue Färbung, von verschiedenen Abstufungen, zuweilen in Violett, zuweilen selbst in Rosa übergehend. Ist das Ende der Röhre eine Kugel, in welche der Platindraht hineinragt, so ist in der Regel die ganze Kugel von dem wundersamen blauen Lichte angefüllt.

Eigenthümlich ist es, daß zuweilen die Farbe des einen oder des andern Poles durch die ganze Röhre vorherrscht, oft zeigt sich an beiden Seiten die Farbe der verschiedenen Pole, dann durchläuft die ganze Röhre das blau-violette Licht, oder sie entflammt in einem schönen Gelborange. Das zwischen beiden Polen sich entwickelnde Licht wechselt, namentlich in der ersten Zeit der Benutzung derselben, besonders aber am negativen Pole sehr häufig.

Der Grund davon ist noch unermittelt. Dr. Meyer meint, daß es zur Annahme berechtige, es sei eine chemische Thätigkeit im Spiele. Derselbe sagt noch über jene Lichterscheinungen selbst, sie seien bezaubernd schön. Fig. 34, Taf. VIII und Fig. 35, Taf. IX, zeigt die Abbildung zweier solcher Röhren, wie sie Dr. Meyer in seinem Werkchen: „Beobachtungen über das geschichtete elektrische Licht“ in großer Mannichfaltigkeit beschreibt.

Alle die erwähnten Eigenthümlichkeiten des elektrischen Lichtes sind zwar von großem Interesse, aber sie haben bis jetzt weder zu einer practischen Benutzung geführt, noch haben sie einen erheblichen Aufschluß über die Natur dieses Lichtes gegeben. Wir stehen hier noch vor einem Schleier, dessen Beseitigung der Zukunft überlassen bleiben muß. Sicher werden spätere Zeiten ihn zum Fallen bringen und nach dieser Seite hin große und practisch wichtige Entdeckungen gemacht werden.

Bis jetzt hat nur eine Methode der Erzeugung des elektrischen Lichtes, wenn auch noch in beschränktem Grade, practische Anwendung gefunden. Wir wissen, daß, wenn man die Poldrähte einer galvanischen Batterie miteinander in Berührung bringt, sich ein glänzendes elektrisches Licht entwickelt. Diese Lichterscheinung ist, namentlich bei starken Batterien, stets mit einer sehr lebhaften Verbrennung der Metallleitungen verbunden, welche die Pole bilden. Nimmt man hierzu Eisen, so verbrennt dieses mit dem glänzendsten Funkensprühen, mit welchem dasselbe stets auch bei sehr starker Erhitzung verbrennt. Die Färbung der Flamme ist prachtvoll grün, wenn man zur Schließung des elektrischen Stromes der Batterie Silber, bläulich, wenn man Zink verwendet, u. s. w. Der englische Naturforscher Davy war der erste, welcher zur Schließung der galvanischen Kette oder Batterie Kohle anwendete. Er benutzte hierzu eine Volta'sche Säule von 2000 Plattenpaaren, von Kupfer und Zink. Die Kohle gab das blendendste Licht unter allen Materialien, welche zur Schließung der Kette benutzt werden konnten. Davy fand bei diesen Versuchen, daß das blendendste Licht, sowohl bei Anwendung der Kohle, als auch anderer Materialien, stets dann erhalten wird, wenn man, nachdem eine Berührung der Polspitzen Statt gefunden hat, diese wieder voneinander entfernt. Die Größe des Zwischenraumes hat

natürlich ihre Grenzen und ist abhängig von dem Materiale, welches die Pole bildet und von der Kraft der benutzten Batterie. Davy konnte, bei der Anwendung von Kohlenstücken und bei Benutzung der oben erwähnten Voltaschen Säule, die Polspitzen 3 Zoll voneinander entfernen, ehe das Licht erlöschte. Als Grund, daß eine solche Entfernung der Polspitzen möglich ist, ohne daß eine Unterbrechung des elektrischen Stromes und ein Aufhören des Leuchtens eintritt, nimmt man an, daß Metall- oder Kohlentheilchen von einem Pole zum andern übergeführt werden und durch diese Theilchen der elektrische Strom fortbestehen könne. Warum aber die Intensität des so erzeugten Lichtes, mit der Entfernung der Polspitzen voneinander wächst, hat man bis jetzt nicht erklären können. Ebenso wenig ist man im Stande zu erklären, warum jener von der einen Polspitze zur andern gehende Strom nicht den kürzesten Weg wählt, sondern eine bogenförmige Richtung nimmt. Aus letztem Grunde erscheint auch das elektrische Licht zwischen den beiden Polspitzen einer hinreichend starken Batterie als ein nach Oben gewölbter *Flammenbogen*.

Zu practischen Zwecken wendet man zum Schließen der Kette niemals Metallstücke an, wenn man das elektrische Licht zu benutzen beabsichtigt, sondern immer nur Kohle. Davy benutzte dazu Holzkohle. Da aber auch die festeste vegetabilische Kohle viel zu rasch verbrennt und dadurch die Verwendung des elektrischen Lichtes sehr erschwert werden würde, so benutzt man jetzt allgemein Kohlenstäbchen, welche aus Coaks in gleicher Weise wie die zu Batterien verwendeten Kohlencylinder bereitet werden. Je gleichförmiger die Masse dieser Stäbchen ist, um desto gleichmäßiger ist dann auch das damit erhaltene Licht. Je dichter die Kohle ist, um desto geringer ist der Verbrauch; eine weniger dichte Kohle giebt aber einen größeren und glänzenderen *Flammenbogen*. Es ist dieß leicht begreiflich, da ja der *Flammen- oder Lichtbogen* durch die Ueberführung feiner Theilchen, welche sich von der Kohle losreißen und von einem Pole zum andern übergehen, bedingt ist. Metalle geben daher auch nur einen im Verhältnisse zur Kohle kleinen *Lichtbogen* und zwar die schwerer verbrennenden und oxydirenden Metalle, wie Platin, Gold und Silber, den kleinsten, Zink, Eisen, Kupfer dagegen einen größeren.

Ein Verbrennen der Theilchen findet hierbei, wie schon erwähnt wurde, immer Statt, aber dieses Verbrennen ist keine wesentliche Bedingung zur Erzeugung des elektrischen Lichtes, denn es zeigt sich eben so gut unter dem Wasser, wenn man in demselben die Kohlenspißen zusammenbringt, als auch im luftleeren Raume. Ein Ueberführen der Theilchen von einem Pole zu andern zeigt sich aber stets und zwar gehen die Theilchen vorzugsweise vom positiven Pole zum negativen; daher erscheint auch die positiv-elektrische Kohlenspiße bald abgestumpft, ja nach längerer Benutzung ausgehöhlt, indeß die negativ-elektrische Kohlenspiße fast unverändert bleibt. Nach Versuchen, welche von van Breda angestellt wurden, findet diese Ueberführung der materiellen Theilchen allerdings vorzugsweise vom positiven zum negativen Pole hin Statt, aber doch nicht ausschließlich. Als er im luftleeren Raume den elektrischen Strom von einer Eisenkugel zur andern übergehen ließ, fand sich nach einiger Zeit, daß das Gewicht der positiven Kugel sich um 309 Milligramme vermindert hatte. Das Gewicht der negativen Kugel hatte aber nicht, wie man vermuthete, an Gewicht zugenommen, sondern dasselbe war ebenfalls geringer, aber nur um 55 Milligramme. Als er zwei kupferne Kugeln benutzte und zwischen dieselben eine isolirte Eisenplatte stellte, hatte sowohl die positive als die negative Kohle sich mit Eisentheilchen, welche von der Eisenplatte losgerissen worden waren, bedeckt; die positive Kugel hatte um 63, die negative um 360 Milligramme an Gewicht zugenommen.

Es versteht sich von selbst, daß bei dieser Bildung des Flammenbogens auch die Wärmeentwicklung an den Polenden eine sehr bedeutende ist; merkwürdiger Weise ist dieselbe aber am positiven Pole viel bedeutender, als am negativen. Wenn die Polenden durch zwei in scharfe Regel auslaufende Eisencylinder vertreten sind, so kann man sich, wenn der Uebergang des elektrischen Stromes Statt findet, leicht überzeugen, daß das mit dem negativen Pole verbundene Eisen noch kalt ist, während das positiv-elektrische bereits eine hohe Temperatur erlangt hat. Unterbricht man den Strom, nachdem er einige Zeit wirkte, so erscheint der positiv-elektrische Pol noch rothglühend, während der negativ-elektrische schon vollkommen dunkel ist.

Der elektrische Lichtbogen ist in seiner Form und Lage nicht sehr constant; er ist vielmehr fortwährend großen Verände-

rungen unterworfen. Bei genauer Beobachtung der Erscheinung bemerkt man nämlich bald sehr deutlich, daß nicht der Flammen- oder Lichtbogen die stärkste Leuchtkraft entwickelt, sondern daß vielmehr an den Kohlenspitzen selbst sich die am Stärksten leuchtenden Stellen befinden. Auf diesen blendend leuchtenden Stellen ruhen gleichsam die Enden des Lichtbogens. Jene Stellen ändern aber fortwährend ihre Lage und folglich muß auch die des Lichtbogens veränderlich sein. Die Lichtentwicklung ist auch an den verschiedenen Polen ungleich, sie ist am negativ-elektrischen Pole am Stärksten.

Die Lichtstärke des auf die erwähnte Art erhaltenen elektrischen Lichtes ist übrigens außerordentlich groß. Bei Anwendung einer Batterie von etwa 50 Zink-Kohlenelementen ist sie schon gleich dem Lichte von 5 — 600 Wachskerzen. Der Glanz des Lichtes ist so etwa dem vierten Theil von dem der Sonne gleich, übertrifft also das Drummond'sche Kalklicht sehr bedeutend. Bei Versuchen mit dem elektrischen Lichte muß man die Augen immer durch blaue Brillengläser schützen. Der Verfasser selbst hat sich bei solchen Versuchen mit einer aus 60 Elementen bestehenden Zink-Eisenbatterie eine sehr schmerzliche Augenentzündung zugezogen. Bei Benutzung von mehreren hundert Elementen verursacht das Licht die heftigsten Kopf- und Augenschmerzen.

Versuche, die Lichtstärke des elektrischen Kohlenlichtes zu bestimmen, hat am Umfangreichsten Casselmann angestellt. Derselbe hatte eine Batterie von 44 Zinkkohlen-Elementen und Kohlenstäbchen, theils rein, theils getränkt mit verschiedenen Lösungen, angewendet. Bei reinen Kohlenstäbchen war, nach Casselmann's Angaben, der Lichtbogen sehr unruhig und verlösch schon bei einer Entfernung der Spitzen von 5 Millimeter. Bei Anwendung von Kohlen, welche mit einer Lösung von Strontian, Bor-säure u. s. w. getränkt und nach dem Trocknen stark geglüht worden waren, war der Lichtbogen sehr ruhig und die Kohlenspitzen konnten 7 — 8 Millimeter voneinander entfernt werden.

Zur Messung der Lichtstärke wurde ein Photometer, nach Bunsen's Angabe construirt, angewendet und zur Messung der Stärke des elektrischen Stromes die dem Physiker bekannte Tangentenboussole benutzt.

Die nachstehende Tabelle giebt die jedem Versuche entsprechende Lichtstärke der beiden hellen Punkte an der Kohle, so wie die des Lichtbogens inbegriffen, verglichen mit der Lichtstärke einer Stearinkerze, an und zwar für jede Kohlenart einmal bei ganz kleiner und dann bei möglichst großer Entfernung der Kohlenspitzen voneinander.

Beschaffenheit der Kohle.	Entfernung der Kohlenspitzen.	Stromstärke.	Lichtstärke.
Reine Kohle . .	0,5 Millimeter	95	932
	4,5 "	68	139
Kohle mit salpetersaurem Strontian	0,5 "	120	353
	6,75 "	88	274
Kohle mit Natriumkali	2,5 "	101	150
	8,0 "	82	75
Kohle mit Zinkchlorid	1,0 "	80	624
	5,0 "	67	159
Kohle mit Borax und Schwefelsäure .	1,5 "	72	1171
	5,0 "	64	165

Diese Tabelle zeigt, was wohl als wahrscheinlich vorauszusetzen war, daß mit der Entfernung der Kohlenspitzen voneinander über eine gewisse Grenze hinaus die Licht- und Stromstärke abnimmt. Ferner wird dadurch nachgewiesen, daß durch die Stoffe, mit welchen die Kohlen getränkt werden, zwar der Lichtbogen ruhiger, daß aber die Lichtstärke nicht vermehrt wurde. Nur in dem einen Falle, wo die Kohle von Schwefelsäure und Borax durchdrungen war, zeigte sich, ohngeachtet die Stromstärke vermindert war, eine bedeutend größere Lichtstärke.

Man sollte nun meinen, daß die Anwendung einer mit Schwefelsäure und Borax getränkten und wieder geglühten Kohle am Vortheilhaftesten sein müsse, allein dieß ist, wie die Versuche des Verfassers nachgewiesen haben, nicht der Fall. Solche Kohlen sind

für die Praxis gar nicht verwendbar, denn bei ihrer Benutzung scheiden sich die Salze an den Kohlenspitzen aus und man erhält so sehr bald eine bedeutend verminderte Stromstärke und ein in seiner Intensität bedeutend vermindertes Licht. Nach einer kurzen Thätigkeit wird das Licht unstät, die Kohle sprüht und schleudert die unverbrennlichen Salztheilchen umher. Für practische Zwecke kann man nur reine, möglichst gleichförmige Kohlenstäbchen verwenden.

Daß die Lichtstärke bei gleicher Entfernung der Kohlenspitzen voneinander zunimmt, wenn die Stromstärke wächst, ist leicht begreiflich.

Auch Fizeau und Foucault haben Versuche angestellt, um die Lichtstärke des galvanischen Flammenbogens zu bestimmen. Sie verfahren dabei in anderer Weise wie Casselmann, indem sie nämlich die Leuchtkraft der Lichtquellen nach der Intensität ihrer chemischen Wirkungen beurtheilten, ein Verfahren, welches wohl kaum zu vollkommen richtigen Resultaten führen konnte, da bekanntlich die chemische Wirkung des Lichtes nicht bloß von seiner Intensität, sondern auch von seiner sonstigen Beschaffenheit abhängig ist. Dennoch sind die Resultate dieser Versuche nicht ohne practisches Interesse. Die genannten Physiker sagen in dem Berichte über ihre Versuche Folgendes: „Die außerordentliche Leuchtkraft der Pole einer galvanischen Batterie, durch die man so leicht an den Glanz des Sonnenlichtes selbst erinnert wird, würde natürlich dahin führen, diese beiden Lichtquellen, als in der Intensität einander sehr nahe kommend, zu erklären, wenn man vergäße, bis zu welchem Punkte unsere Augen uns in der Vergleichung sehr intensiver Lichter täuschen können.

Man erinnert sich des Eindrucks, welchen die ersten Versuche mit dem Lichte hervorbrachten, daß der Kalk mittelst des Hydroxyngengebläses ausgab: sein Glanz, den anderer künstlicher Lichter weit übertreffend, schien nur mit dem des Sonnenlichtes verglichen werden zu können; wollte man aber seinen Werth auf eine minder unsichere Weise kennen lernen, so gab man diesem Stückchen weißglühenden Kalks eine solche Richtung, daß der Beobachter das Licht desselben auf die Sonnenscheibe selbst sich hinwerfen sah, wo man dann wahrnahm, daß der, obgleich im isolirten Zustande

so sehr glänzende Körper nur als ein matter und dunkler Körper erschien.

Wirklich können wir, wenn wir uns über den Glanz der in Rede stehenden, sehr intensiven Lichtquellen Rechenschaft zu geben versuchen — sei es nun, indem wir uns Mühe geben, unser Auge auf den Focus selbst zu fixiren, oder indem wir um uns her die von Licht umflossenen Gegenstände betrachten — nur sehr unsichere Begriffe erlangen. Suchen wir den Gegenstand zu fixiren, so unterscheidet unser Auge nicht mehr klar, es ist geblendet; betrachten wir die uns umgebenden beleuchteten Gegenstände, so können wir zwar allerdings ein sichereres Urtheil fällen; allein es ist zu bemerken, daß dann die Lichtintensität des Focus nicht allein im Spiele ist, sondern daß auch die Ausdehnung der erhellenden Oberfläche bei den beobachteten Wirkungen eine bedeutende Rolle spielt.

Wenn, z. B., ein erhellender Körper eine zehnmal schwächere Lichtintensität besitzt, als ein anderer von gleich großer Oberfläche, so ist seine erhellende Kraft zehnmal schwächer; ist aber die Oberfläche des ersteren zehnmal größer, als die des zweiten, so wird die erhellende Kraft dieser beiden Körper einander gleich: es folgt hieraus, daß wir bei der Betrachtung durch verschiedene Lichtquellen erhellter Gegenstände in der That nur die erhellenden Kräfte, keineswegs aber die relativen Intensitäten der Lichtquellen selbst abschätzen. Wären die Oberflächen der leuchtenden Körper deutlich und scharf begrenzt, so könnten wir sie genau messen, und die Vergleichung zwischen den erhellenden Kräften würde dann zur Vergleichung ihrer Intensitäten selbst führen; allein so ist es eben nicht in dem uns beschäftigenden Fall.

Es ist daher ein eigenthümliches Verfahren erforderlich, um zur Entscheidung zu gelangen, ob das galvanische Licht in der Intensität dem Sonnenlichte und dem des Drummond'schen Kalklichtes, welche offenbar allein mit ihm verglichen werden können, nahe kommt.

Das an die Lösung dieser Frage sich knüpfende Interesse giebt sich erst durch die Bemerkung kund, daß diese Intensität selbst, und nicht die erhellende Kraft es ist, welche die Hauptrolle bei den optischen Apparaten spielt, die, wie der beschriebene photoelektrische, zum Zwecke haben, auf einen weißen Schirm bedeutend

vergrößerte Bilder mikroskopischer Gegenstände zu werfen; besonders aber, wenn man die wichtigen Folgerungen bedenkt, welche aus der Vergleichung dieser Lichtintensitäten in Bezug auf die Temperaturen der Körper gezogen werden können.

Es ist bekannt, daß, wenn man die Temperatur eines Körpers über 500° C. steigert, er leuchtend zu werden beginnt, und daß das von ihm ausgehende Licht um so intensiver ist, je höher die Temperatur steigt.

Gegen 1200° tritt Weißglühen ein und gegen 1500° blendende Weißgluth; dieß ist der Schmelzpunkt des Eisens; die thermometrischen Messungen konnten nicht weiter getrieben werden, das Gesetz aber ist unbestreitbar.

Wenn man nun mehrere an und für sich leuchtende feste Körper nach ihren Lichtintensitäten geordnet hat, so kann man daraus mit großer Wahrscheinlichkeit schließen, daß sie auch genau nach ihren Temperaturen geordnet sind.

Das Verfahren, welches wir zur Messung dieser Lichtintensitäten befolgten, gründet sich auf die chemischen Eigenschaften des Lichtes. Es ist eine Anwendung jener photographischen Verfahrensarten, deren Verbesserung die Société d'Encouragement so sehr zu befördern suchte; einige Worte werden diese Art von Versuchen verständlich machen.

Richtet man dieselbe Camera obscura nacheinander gegen mehrere Gegenstände von verschiedener Lichtintensität, so wird um so viel mehr Zeit erforderlich sein, eine photographische Zeichnung des Gegenstandes zu erhalten, je schwächer die Intensität seines Lichtes ist. Besitzt von zwei Gegenständen, deren Bild man nacheinander erzeugt, der eine eine zehnmal schwächere Lichtintensität als der andere, so wird zehnmal mehr Zeit erforderlich sein, um sein Bild zu erhalten. (?)

Die Reihenfolge, in welcher die zur Erzeugung der Bilder erforderlichen Zeiten zunehmen, bildet sonach auch diejenige, in welcher die Intensitäten der leuchtenden Objecte abnehmen.

Bedient man sich dunkler Kammern, deren Focus und Oeffnungen verschiedenartig sind, um die Bilder der leuchtenden Gegenstände zu erhalten, welche man vergleichen will (und dieß waren wir bei unsern Versuchen zu thun gezwungen), so zeigt die

2

Berechnung, daß man Oeffnungen, wie man sie sehen würde, wenn man sich in den Focus stellt, annehmen muß; doch ist darum die Bestimmung des Werthes der relativen Intensitäten der verschiedenen leuchtenden Gegenstände nach der zur Erzeugung ihres Bildes erforderlichen Zeit nicht weniger leicht und sicher.

Wir erhielten demgemäß durch aufeinander folgende Versuche die photographischen Bilder der Sonnenscheibe, der durch die galvanischen Säule weißglühend gemachten Kohlen und endlich eines Stückchens dem Gasgebläse ausgesetzten Kalkes. Die zur Erzeugung des Bildes einer jeden dieser Lichtquellen erforderliche Zeit wurde sorgfältig gemessen und die Oeffnungen der dunkeln Kammern, welche bei unsern Versuchen verschieden waren, ebenfalls genau gemessen, wodurch wir dann für die relativen Intensitäten dieser drei Lichtquellen folgende Verhältnisse durch Berechnung erhielten:

Die Intensität der Sonne war	1
Die des Kalkes am Gasgebläse nur	0,146
Die der Kohlen einer Bunsen'schen Batterie v. 80 Paaren	0,412

also ungefähr dreißigmal größer als die des Gasgebläses.

Um diese Intensität zu erhöhen, mußten wir nach der Theorie nicht die Anzahl der miteinander verketteten Paare, sondern ihre Oberfläche vervielfältigen; man braucht zu diesem Behufe nur zwei oder drei ähnliche und parallele Reihen in der Art anzuordnen, daß ihre Pole an dieselbe Kohle auslaufen; auf diese Weise wird in der That nicht die Anzahl der Elemente, sondern die Ausdehnung der in die Säuren getauchten Oberflächen vermehrt.

138 Elemente wurden in drei Reihen, jede von 46, geordnet.

Die Intensität war beinahe die Hälfte der Intensität des Sonnenlichtes selbst.

Das Drummond'sche Kalklicht ist also ungefähr 140mal schwächer, als das Sonnenlicht; das viel intensivere galvanische Licht ist gewöhnlich nur viermal schwächer, konnte aber so verstärkt werden, daß es beinahe die Hälfte der Intensität des Sonnenlichtes erreichte.

Die Hitze, welche sich an den Polen der Säule erzeugt, steht übrigens ganz im Verhältnisse mit dieser außerordentlichen Intensität des Lichtes. Die Schmelzung oder Verflüchtigung sehr vieler

feuerfester Körper liefert den Beweis dafür. Ich bemerke bloß, daß die Kohle, der feuerbeständigste neutrale Körper, sich dabei so erweicht, daß ihre Stückchen zusammenschweißen und daß Stücke von einer gewissen Länge gebogen werden können, ohne zu brechen — Wirkungen, welche bisher durch keine andere Wärmequelle erreicht wurden.

Man kann mithin behaupten, daß die weißglühende Kohle der Pole der galvanischen Säule die intensivste Licht- und Wärmequelle ist, welche wir hervorzubringen vermögen.

Bei später von denselben Physikern angestellten Versuchen geben sie folgende, nach derselben Methode erhaltene Resultate an:

Sonnenlicht in den Mittagstunden bei reinem Himmel	
im August und September	1000
Kohlenlicht, durch 46 Zinkkohlenelemente erhalten . . .	235
Drummond'sches Kalklicht	6,8

Auffallend ist auch hier die geringe Leuchtkraft des Drummond'schen Kalklichtes, welches bekanntlich so außerordentlich blendend erscheint. Fizeau und Foucault stellten photometrische Versuche nach andern Methoden an, kamen aber auf ganz ähnliche Resultate.

Interessant sind auch die Resultate, welche sie in Bezug auf die Veränderung der Lichtstärke des Kohlenlichtes mit der Vergrößerung der Batterie erhielten. Eine Batterie von 46 Zinkkohlenelementen gab ein Kohlenlicht von einer Lichtstärke gleich 235. Wurde die Zahl der Elemente auf 80 erhöht, so wurde die Lichtstärke des dadurch erzeugten Kohlenlichtes nur auf 238 gesteigert. Eine Batterie von 46 Elementen, von denen aber jedes aus drei verbundenen Bechern bestand, welche schon eine Stunde thätig gewesen waren, gab eine Lichtstärke von 385.

Wir wissen, daß die Intensität der Wirkung einer Batterie namentlich auch dadurch sehr abnimmt, daß der Zink gelöst wird, und daß sich so die Anfangs aus verdünnter Schwefelsäure bestehende Erregungsflüssigkeit in eine bei Weitem weniger wirksame Zinkvitriol-Lösung umändert. Die genannten französischen Physiker fanden, daß eine Batterie von 80 Elementen, welche Anfangs ein Kohlenlicht von einer Lichtstärke gleich 238 gaben, nach dreistündiger Wirkung nur noch ein Licht von einer Stärke von 159 lieferte.

Bemerken wollen wir noch, daß es wegen des so intensiven Kohlenlichtes unmöglich ist, die Einzelheiten der Erscheinungen genau zu beobachten. Man kann diese Beobachtungen aber leicht machen, wenn man mit Hülfe einer Glaslinse von etwa 2 — 3 Centimeter Brennweite ein Bild des elektrischen Flammenbogens auf einem weißen Schirm sich bilden läßt. Fig. 36, Taf. IX, zeigt ein solches Bild, wie es sich in der erwähnten Weise darstellt.

Das Licht des elektrischen Flammenbogens giebt mittelst des Prisma's ein Farbenbild, wie man es durch Sonnenlicht erhält. In dem Spectrum des letztern zeigen sich jedoch bekanntlich dunkle Linien, in dem Farbenspectrum des elektrischen Lichtes aber an ihrer Stelle helle Streifen, die, je nach der Verschiedenheit des Materials, welches die Polenden bildet, verschieden sind.

Der elektrische Lichtbogen übt auch auf die Magnetnadel eine Einwirkung aus und zwar dieselbe wie ein Metalldraht, durch welchen der elektrische Strom geht, d. h., er lenkt sie von ihrer magnetischen Richtung ab. Ebenso wirkt auch der Magnet auf den Lichtbogen, indem er letzteren anzieht.

Bekanntlich übt das Sonnenlicht auch einen bedeutenden chemischen Einfluß aus, zersetzt die chemischen Verbindungen mancher Körper oder fördert die Verbindung anderer. Diese chemische Wirkung üben besonders die blauen und violetten Lichtstrahlen aus. Das elektrische Licht hat gleichfalls eine sehr bedeutende chemische Wirkung, da es reich an blauen und violetten Strahlen ist. Aus gleichem Grunde wirkt es auch auf fluorescirende Körper, so daß die eigenthümlichen Farbenercheinungen, welche dieselben zeigen, besonders schön hervortreten, wenn sie durch elektrisches Licht beleuchtet werden.

V.

Von den Anwendungen des elektrischen Lichtes.

Als Drummond die Entdeckung machte, daß, wenn man die Flamme des Knallgases (ein Gemenge von 2 Raumtheilen

Wasserstoffgas und 1 Raumtheil Sauerstoffgas), welche für sich nur eine sehr geringe Leuchtkraft besitzt, auf einen Cylinder von Kreide leitet, dieser dann weißglühend wird und ein höchst intensives Licht ausstrahlt, wie man es früher nicht zu erzeugen im Stande war, so überbot man sich in Vorschlägen zur Benützung eines so herrlichen Lichtes. In Paris hatte man die abentheuerliche Idee, ein solches Licht im größeren Maßstabe auf einem hohen Thurm zu erzeugen und so die ganze Stadt von einer einzigen Lichtquelle aus zu beleuchten. Aus guten Gründen blieb es bei dem Vorhaben, die Ausführung wurde nicht einmal versucht. Jetzt wendet man das Drummond'sche Licht nur zur Beleuchtung von Objecten bei den bekannten Hydro-Drygen-Gas-Mikroskopen und zur Beleuchtung der Bilder für Nebelbilder-Apparate an.

Als die das Drummond'sche Licht weit übertreffende Leuchtkraft des elektrischen Kohlenlichtes bekannt wurde, tauchten ebenfalls wieder eine Menge Vorschläge zu seiner Benützung auf, von denen wieder einer abentheuerlicher war, als der andere. Jedenfalls wird aber das elektrische Kohlenlicht eine ausgedehntere Anwendung finden als das Drummond'sche Licht.

In vorderster Reihe in Bezug auf die Anwendungen des elektrischen Lichtes steht die zur Beleuchtung. Zahlreiche Versuche sind in dieser Hinsicht schon gemacht worden, noch ist aber bis heute eine dauernde Verwendung des elektrischen Lichtes zu diesem Zweck nicht zur Ausführung gekommen. Bevor wir unsere Ansicht über diesen Gegenstand aussprechen, wollen wir verschiedene Berichte über diesen Gegenstand mittheilen, um den Leser in den Stand zu setzen, sich ein eigenes Urtheil bilden zu können.

Seitdem Humphrey Davy die Entdeckung machte, daß das elektrische Kohlenlicht so intensiv leuchtet, wie kein anderes Licht, welches wir hervorzurufen im Stande sind, hat man auch schon daran gedacht, es zur Beleuchtung zu verwenden. Es sind nun seit jener Entdeckung über 40 Jahre verflossen, noch ist das Ziel nicht erreicht, aber unleugbar sind wir ihm näher gekommen. In England und Frankreich wurden unzählige Versuche mit den mannichfachsten Apparaten öffentlich angestellt. In Deutschland wurde aber die Aufmerksamkeit des größeren Publicums erst im

Jahre 1851 auf das elektrische Kohlenlicht gelenkt, nachdem dasselbe namentlich in der Oper Meyerbeer's „der Prophet“ benutzt worden war, um einen Sonnenaufgang darzustellen. Es gelang dieß auch in so ausgezeichnete Weise, daß „die Prophetensonne“ seitdem die Kunde über alle bedeutenden Bühnen Europa's gemacht hat und wohl viel mehr bewundert und applaudirt worden ist, als die Sonne unseres Weltalls, die Millionen Menschen noch nicht aufgehen sahen und deren segenspendende Thätigkeit sie noch nicht ahnen.

Seit jener Zeit sind auch in Deutschland verschiedene Versuche öffentlich angestellt worden, aber mehr, um die Neugierde des Publicums zu befriedigen, als zu dem Zwecke, zur Lösung der Frage beizutragen, ob das elektrische Licht sich zur anhaltenden Beleuchtung verwenden lasse. Ueberall, wo es benutzt wurde, erregte es stets das höchste Interesse durch seine alle Erwartungen übersteigende Leuchtkraft. Letztere ist in der That auch, wie es schon mehrfach erwähnt worden ist, eine sehr bedeutende. Bei einem Versuche, welchen der Verfasser in Gotha anstellte und wozu ein Regulator von Deleuil in Paris in Verbindung mit einer Zink-Eisenbatterie von 60 Elementen, welche auf dem Rathhause aufgestellt waren, benutzt wurde, war nicht nur der Markt vollständig beleuchtet, sondern auch das Herzogliche Residenzschloß Friedenstein. Letzteres ist von dem Orte, von welchem das Licht ausstrahlte, etwa 1440 Fuß entfernt und dennoch war man im Stande, in den Zimmern des Schlosses die feinste Schrift zu lesen.

In der allgemeinen Zeitung (von 1850) theilt ein Berichterstatter aus Petersburg Nachricht über die Versuche mit, welche Professor Jacobi mit Argeraud aus Paris in Petersburg anstellte. Die Batterie bestand aus 185 Zink-Kohlenelementen. Die Einrichtungen müssen übrigens, trotz der pomphaften Zeitungsartikel, welche darüber erschienen, höchst mangelhaft gewesen sein. Vier Soldaten, welche die Batterie bedienten, bekamen durch die Ausscheidungen der Salpetersäure Blutspucken. Alle halbe Stunden mußte an den positiven Pol ein frisches Kohlenstäbchen eingesetzt werden, wodurch natürlich jedes Mal die Beleuchtung unterbrochen wurde. Jacobi ließ einen anderen Beleuchtungsapparat bauen, bei welchem die Bewegung des positiven Kohlen-

stäbchens durch ein Uhrwerk bewirkt wurde und die Stäbchen selbst in einem luftleeren Raume sich befanden. Der Apparat bewährte sich aber nicht.

Der Versuch, die Kohle im luftleeren Raume Licht ausstrahlen zu lassen, um ein Verbrennen derselben zu vermeiden, ist schon öfters wiederholt worden, allein es gewährt dieß für die Praxis gar keinen Vortheil. Die Kohle im luftleeren Raume wird allerdings nicht so rasch verbraucht, als bei Apparaten, wo die Luft freien Zutritt zur glühenden Kohle hat, aber es werden eben so gut Kohlentheilchen von dem positiven Pole zum negativen übergeführt, denn nur dadurch allein ist es ja möglich, daß das intensivste Kohlenlicht entstehen kann. Letzteres zeigt sich ja nur dann, wenn die Kohlenstäbchen sich nicht berühren; ohne die Ueberführung von Kohlentheilchen von einem Pole zum andern würde aber der Strom unterbrochen und das Licht verlöschen. Ein anderes Hinderniß der Benutzung einer luftleeren Vorrichtung ist ferner, daß die Wände des Glasgefäßes, in welchem sich die Kohlen befinden, von den sich vom positiven Pole losreisenden Kohlentheilchen bald so beschlagen werden, daß das Licht nicht mehr in seiner vollen Intensität durchdringen kann.

Der Berichterstatter über jene Petersburger Versuche sagt bezüglich der Wirkung des elektrischen Lichtes, daß das Licht des im Admiraltätsthurm aufgestellten Apparates die drei größten Hauptstraßen Petersburgs, Newsky Prospect, Erbsenstrasse und Wosnesensky Prospect, die von dort aus strahlenförmig in ganz gerader Richtung auslaufen, vollständig beleuchtet habe. Die Gehäuser vom Newsky-Prospect am Isaak-Platz waren,“ sagt der Berichterstatter, „so hell beleuchtet, daß man eine Fliege hätte sitzen sehen können, obgleich sie von der Admiraltät 300 — 400 Schritte entfernt sind. Das Licht der Gaslaternen erschien roth und rußig, während das elektrische Licht blendendweiß war. Das Licht veränderte jedoch oft seine Farbe und wurde abwechselnd roth, blau und gelb, wodurch es dem Auge erträglich wurde, öfters verlöschte es ganz auf einige Augenblicke und erschien dann wieder mit neuem Glanze. In einer Entfernung von etwa 500 Schritten konnte man trotz des Gaslichtes den Schatten des elektrischen Lichtes noch deutlich unterscheiden, weiterhin gewann das Gaslicht die Gassenstein, elektrisches Licht.

Oberhand.“ Aus dem Berichte geht deutlich hervor, daß die in Petersburg-angestellten Versuche gänzlich mißlungen waren, was spätere Nachrichten auch bestätigten.

Die Tagesliteratur von England und Frankreich hat sich mit dem Gegenstande vielfach beschäftigt und es fehlt hier nicht an Berichten und Erörterungen gegen und für die Sache. Neuerlich haben die Berichte über die Versuche, welche Lacassagne und Thiers theils in Lyon, theils in Paris anstellten, und die alle höchst günstig lauten, die Aufmerksamkeit von Neuem auf den allerdings sehr wichtigen Gegenstand gelenkt. Das mehrerwähnte Schriftchen, welches die sogenannte neue Methode der Genannten, elektrisches Licht herzustellen, beschreibt, enthält eine Reihe solcher Berichte, aus den verschiedenen Tagesblättern Frankreichs, über die Wirkungen und Erfolge der angeblich neuen Methode. Wir lassen, da sie größtentheils fast ganz gleichlautend sind, nur einige derselben im Auszuge folgen:

In einem Berichte der „Illustration“ heißt es: „Nie kann eine Erfindung, welche einen großen Einfluß auf die Verhältnisse in dem Haushalte der Menschen ausübt, auf den ersten Schlag alle die zahlreichen Hoffnungen erfüllen, welche sie Anfangs erweckte, sowohl im Geiste des Erfinders als in der Einbildung der Menge. Dieß kommt daher, daß die Schwierigkeiten, welche die Forderungen einer Aufgabe von deren Lösung trennen, um eben so viel bedeutender sind, je fruchtbringender die Lösung ist; ein unabweisbares Gesetz, welches die Bestimmung hat, die Menschheit durch die Nothwendigkeit der Arbeit zur Ordnung zu rufen, so oft sie die Ungeduld ihrer Wünsche treibt, Etwas in der Wirklichkeit zu suchen, was nur noch als etwas Gedachtes vorhanden ist.

„Darum mußte die Erfindung der Dampfmaschine, ehe sie zu der Vollendung gedieh, wie wir sie jetzt kennen, lange bevor James Watt auf seine glückliche Idee kam, Salomon de Causs die Qualen eines nicht zum Ziele gelangenden Erfinders verursachen, sie mußten die unvollkommenen Versuche und unfruchtbaren Bemühungen von Denis Papin durchlaufen, denen sich noch in der neuesten Zeit die in der Ausführung so mangelhaft gebliebenen atmosphärischen Maschinen des Schlossers Newcomen an-

schließen. Darum ist es wahr, daß die Geschichte der großen Entdeckungen das Märtyrerbuch der Erfinder ist. Obwohl nun die Erfindung der Beleuchtung durch Elektrizität in keinem Verhältnisse zur Wichtigkeit der Erfindung der Dampfmaschinen steht und die ersten darauf bezüglichen Versuche auch einer uns nahe liegenden Zeit angehören, so kann man doch versichern, daß sie schon mehr Hoffnungen getäuscht hat, als die ältere Frage Geister beschäftigte, von Hero von Alexandrien bis zur Mitte des achtzehnten Jahrhunderts. Wir selbst haben eine Reihe von eifrigen Forschern gekannt. Einer von ihnen nahm sich unter Anderm vor, als ersten Versuch die Meeresenge zwischen Calais und Dover in ihrer ganzen Breite zu beleuchten. Diese Idee, deren Ausführung unmöglich gemacht wurde durch die Ungleichförmigkeit des elektrischen Lichtes, brachte den Mann, der sie gefaßt hatte, zur Verzweiflung.

„Von den ersten Versuchen von Leon Foucault an, das elektrische Licht zur Beleuchtung zu verwenden, haben alle nachfolgenden Unternehmungen nur die Liste der Täuschungen vergrößert, sie haben nur dazu beigetragen, die Hindernisse klarer zu machen, welche der Einführung jener Beleuchtungsmethode entgegen stehen. Wir wissen jetzt, daß diese Hindernisse, welche beseitigt werden müssen, hauptsächlich in dem häufigen Wechseln der Lichtintensität besteht, welche durch die Ungleichförmigkeit der Kohle bedingt ist, ferner in den Störungen, welche durch Abnahme in der Wirkung der elektrischen Batterien ihren Grund haben und endlich in der Kostspieligkeit. Solange das elektrische Licht nicht ein gleichförmiges ist und seine Darstellung mit bedeutend geringeren Kosten erzielt werden kann, solange kann die Aufgabe noch nicht als gelöst betrachtet werden.

„Schon seit einiger Zeit theilen die Lyoner Journale Nachrichten über Versuche mit, welche Lacassagne und Thiers im Wintergarten dieser Stadt, mit einer neuen Beleuchtungsart durch Elektrizität anstellten, alle Organe der Lyoner Presse erkannten einstimmig an, daß diese Versuche als vollkommen geglückt angesehen werden müssen. Seitdem haben die Erfinder ununterbrochen an ihren Apparaten alle Verbesserungen und Vereinfachungen angebracht, welcher sie fähig waren. Vor Kurzem haben sie auch in

den Elisäischen Feldern, während vier Stunden, die herrliche Avenue, die zum Stern-Triumphbogen führt, auf einen ansehnlichen Theil ihrer Länge durch vier photo-elektrische Lampen erleuchtet.“

Es folgt nun die Beschreibung der Apparate, welche zu dem angeführten Versuche benutzt wurden, die wir übergehen, da wir bereits früher das Wichtigste mittheilten.

Die Mittheilung schließt: „Um noch einmal Alles zusammenzufassen, bemerken wir, daß, was die erzielte Gleichförmigkeit des elektrischen Lichtes betrifft, die Experimente von Lacassagne und Thiers nachgewiesen haben, daß sie diese Aufgabe vollständig lösen, und daß nur noch die öconomische Frage zu studiren übrig bleibt. Möchten wir bald verkünden können, daß die letzten Hindernisse dieses Fortschrittes beseitigt seien. Nicht allein die großen Städte warten auf die Einführung der elektrischen Beleuchtung, sondern auch die, man kann sagen, sich täglich mehr entwickelnde Schifffahrt. Sie gerade ist mehr als alles Andere dabei interessirt, weil sie die Menschen und ihre Reichthümer über Klippen, Archipele und Canäle führt, die meist heute noch nicht besser beleuchtet sind, als in den Zeiten der Barbarei.“

Ueber einen andern Versuch derselben Experimentatoren theilt die Gazette de Lyon im Wesentlichen Folgendes mit:

„Die Apparate der Herren Lacassagne und Thiers wirken seit einem Monate für die Erleuchtung der rue Impériale. Die permanente elektrische Beleuchtung ist jetzt nicht mehr ein Project, eine Hoffnung, welche die Wissenschaft macht oder eine einfache Demonstration des Laboratoriums, sie ist nun eine abgemachte Thatsache, eine Eroberung für die Industrie. Wir haben von Tag zu Tag die Experimente der genannten Herren mit dem Interesse, welches eine Sache von solcher Bedeutung einflößt, verfolgt und wir halten es für nützlich, die Resultate der gemachten und gesammelten Beobachtungen bekannt zu machen.“

„Zwei photo-elektrische Apparate waren am 7 März 1856 in der Höhe einer vierten Etage aufgestellt, der eine auf dem Komödienplage, der andere auf dem Imperialplage, in ohngefähr 800 bis 900 Meter Entfernung; sie wirkten da einen großen Theil der Nacht zur Beleuchtung der rue Impériale.“

„An den beiden ersten Abenden wurden die Experimente unter ungünstigen Umständen angesetzt. Anfänglich wurde die Wirkung des elektrischen Lichtes durch ein herrliches Mondlicht beeinträchtigt und den einen Abend war die Atmosphäre der Straße durch den Staub niedrigerer Häuser fast undurchsichtig. Dazu kamen die unvermeidlichen unsicheren Versuche, um für die Beleuchtungsapparate die günstigste Aufstellung zu finden. Dennoch war der Erfolg ein sehr günstiger und an den letzten Abenden war die Beleuchtung ausgezeichnet schön und kräftig. Jeden Abend ist nun die rue Impériale von einem Ende zum andern auf das Herrlichste beleuchtet und nichts kann besser die Macht dieser neuen Beleuchtungsart beweisen, als die große Entfernung zwischen den beiden Lichtheerden. Der Boden der Straße, die Trottoirs und die Fagaden der Häuser sind mit Licht überschwemmt, jeder Stein des Pflasters ist beleuchtet. Die Raumbelichtung erinnert an die schönste Mondbeleuchtung, aber Versuche haben uns bewiesen, daß die letztere viel weniger hell ist, als die erstere. Was die Gasflammen betrifft, so erscheinen diese blaß und matt, sie zeigen röthliches Licht, fast ohne Wirkung auf die Umgebung.

„Nichts ist geeigneter als diese Vergleichung, um zu zeigen, wie sehr ungenügend unsere jetzige Beleuchtung ist und wie stark und intensiv das elektrische Licht ist.

„Wir durchgingen mehrmals die Straße von einem Ende zum andern und konnten in allen Entfernungen lesen. Das Gaslicht hatte auf die Beleuchtung der Straße gar keinen Einfluß; an drei Abenden wurde sie ganz weggelassen, ohne daß es nur im Mindesten merkbar geworden wäre.

„Jeden Abend drängt sich die Menge nach der Kaiserstraße, um das ungewohnte Schauspiel zu sehen und zu bewundern, was die permanente elektrische Beleuchtung bietet. Man kann wohl sagen, daß diese Straße jetzt die Lieblingspromenade der Yoner geworden ist, alle Classen der Gesellschaft sind da repräsentirt und auch die Fremden gehen dahin. Von 8 — 11 Uhr ist es hier ein Gedränge, wie an öffentlichen Orten während eines Festes. Die Schönheit der Beleuchtung und die Gleichförmigkeit des elektrischen Lichtes ist ein Gegenstand der allgemeinen Bewunderung für alle Welt und die Ueberwindung der Schwierigkeiten, welche sich früher

der Anwendung des elektrischen Lichtes entgegenstellten, wird ebenso von den Fachmännern, als von der Menge anerkannt. Die Regelmäßigkeit und Dauer des elektrischen Lichtes ist in der That ganz dieselbe wie bei einer Delmoderateurlampe.

„Es ist wohl begreiflich, daß die elektrische Beleuchtung nicht in allen Fällen angewendet werden kann, sie wird also die Gasbeleuchtung nicht verdrängen. Sie wird aber für die Beleuchtung großer Räume, öffentlicher Plätze, Quais, gerader Straßen, Avenuen, Bahnhöfe, Eisenbahnen, Flußufer, Seehäfen, als Beleuchtungsmittel für Leuchttürme, bei nächtlichen Bauten u. s. w. von außerordentlichem Nutzen und unersetzbar sein.

„Was die Lacassagne'schen und Thiers'schen Apparate besonders empfiehlt, ist die Leichtigkeit, mit welcher sie überall aufgestellt werden können und die Sicherheit, mit welcher sie, ohne fortdauernde Beaufsichtigung arbeiten. Die Apparate von Deleuil und Andern haben alle einen unsicheren Gang, die Mechanismen wirken nicht immer sicher genug, es ist eine fortdauernde Ueberwachung nöthig: bald stockt der Mechanismus und es muß ihm nachgeholfen werden, bald muß man neue Kohlen einsetzen. Die genannten Herren wenden Kohlenstifte von 16 — 17 Centim. Länge an, die viel dicker als die gewöhnlich benutzten sind, so daß sie für eine 12 Stunden anhaltende Beleuchtung vollkommen ausreichen, indem der Verbrauch stündlich für beide Pole ohngefähr einen Zoll beträgt. Die weißglühenden Spitzen dieser Stifte bleiben dabei beständig in gleicher Entfernung, ohne fremde Vermittelung, ohne einen complicirten Uhrenmechanismus, mit einer Regelmäßigkeit, die dem Steigen des Oeles in einer Dochtlampe gleicht.“

Der Berichterstatter meint, daß bei jenen Beleuchtungsversuchen sich allerdings noch manche Uebelstände gezeigt hätten, welche aber nicht in der Sache selbst, sondern nur in äußeren Verhältnissen begründet seien. So, z. B., blende das elektrische Licht, wenn man den an den beiden Enden der Straße aufgestellten Reflectoren entgegen gehe, dieß werde aber vermieden werden, wenn man das elektrische Licht in größerer Höhe anbringe und durch schirmförmige Reflectoren von Oben herunter fallen lasse.

Man habe ferner bemerkt, daß der Raum in der Nähe der elektrischen Lampen zu gering beleuchtet gewesen sei: dieß sei aller-

ding's Thatsache, lasse sich aber durch zweckmäßig verwendete Reflectoren vollkommen beseitigen. Man hat auch behauptet, durch das grelle elektrische Licht würden die Pferde leicht scheu werden und könne dadurch bei Einführung einer solchen Beleuchtung Unglück vorkommen. Die Erfahrung hat dieß aber gänzlich widerlegt. Bei den Beleuchtungsversuchen in den Elisäischen Feldern und bei denen in der Kaiserstraße ist nicht ein solcher Fall vorgekommen, obgleich dort Geschirre jeder Art in großer Zahl die Räume durchheilen. Manche haben auch das Bedenken ausgesprochen, es würde durch die Einführung der elektrischen Beleuchtung die Gasbeleuchtung entbehrlich werden, die betreffenden Gasanstalten eingehen und daraus Capitalverluste entstehen. Abgesehen davon, daß eine solche Befürchtung wohl kein Hinderniß für die Einführung der elektrischen Beleuchtung sein könnte, ist sie aber auch nicht wahr. Die elektrische Beleuchtung wird die Gasbeleuchtung so wenig verdrängen, wie die Locomotiven das gewöhnliche Fuhrwerk, welches durch Pferde fortbewegt wird. Das elektrische Licht wird nämlich stets nur da zur Anwendung kommen, wo es gilt, große Räumlichkeiten zu erhellen, wozu das Gaslicht nicht ausreicht. Die Einführung der elektrischen Beleuchtung würde eher eine erhöhte Gasconsumtion herbeiführen, denn man würde sich an die durch dieselbe vergrößerte Helligkeit gewöhnen und würde sehr bald auch die jetzt genügende Beleuchtung durch Gas nicht mehr hinreichend finden und ein intensiveres Licht verlangen, was nur durch größeren Gasverbrauch zu erzielen ist. Die Beleuchtung kleinerer Räume durch elektrisches Licht ist, nach dem jetzigen Stande der Sache, wohl nicht ausführbar, ja man kann kaum die Möglichkeit annehmen, daß es jemals erreicht werden wird.

Die Versuche, welche Lacassagne und Thiers auf dem Sterntriumphbogen in Paris angestellt hatten, um die Möglichkeit nachzuweisen, daß mittelst ihrer Apparate das elektrische Licht zur Beleuchtung dauernd verwendet werden kann, hatte auch die Aufmerksamkeit der Société d'encouragement auf sich gezogen. In Folge dessen wurde eine Specialsitzung gehalten und über diesen Gegenstand, namentlich aber über die von Lacassagne und Thiers benutzten Apparate verhandelt und von den Letztgenannten die erläuternden Versuche angestellt. Die gelehrte Gesellschaft

hielt die Sache für würdig, sie dem Gouvernement zu empfehlen. Der „Kosmos“ enthält einen Auszug des Berichtes, welchen ein Mitglied jener Gesellschaft, Edmond Becquerel, im Auftrage derselben lieferte. Diesen Auszug, welchen auch das Werkchen: „Neue Methode der elektrischen Beleuchtung von Lacassagne und Thiers“ enthält, lassen wir hier in einer Uebersetzung folgen. Der Bericht hat namentlich den Kostenpunct in das Auge gefaßt und allerdings ist dieß das Wichtigste. Der Bericht lautet:

„Ist es vortheilhaft, sich des elektrischen Lichtes zu bedienen? Unter welchen Umständen kann man es anwenden? Wir werden einige Angaben machen, wodurch man eine richtige Ansicht über diese doppelte Frage gewinnen kann.

„Die Regulatoren des elektrischen Lichtes, wie man sie gegenwärtig hat, arbeiten hinreichend gut, um ihre Anwendung in Fällen möglich zu machen, wo die Quelle der Electricität die gewünschten Bedingnisse von Regelmäßigkeit und Wohlfeilheit darbietet. Nur ist zu wünschen, daß man die Fabrication der Kohlenleiter für den Bogen verbessere, denn der Mangel an Reinheit und Gleichartigkeit jener Kohlenspitzen ist die Hauptursache der Ungleichheit, die man dem elektrischen Lichte vorwirft. (1.)

„Der wichtigste Punct war die Ermittlung der für die Batterien aufzuwendenden Kosten, indem man den Verbrauch des nöthigen Zinks, der Schwefelsäure und Salpetersäure, um einem galvanischen Bogen (arc voltaïque) eine bestimmte Lichtmenge für die Dauer von mehreren Stunden zu ertheilen, richtig abschätzte. Die erlangten Ergebnisse haben gezeigt, daß die Leuchtkraft des Bogens, die mit Hülfe eines Lichtmessers (Photometer) bestimmt wird, im Verlauf der Versuche sehr schnell abnahm, während sich die Kraft des elektrischen Stromes nur wenig verändert hatte. (2.)

„Man begreift diese Wirkung leicht, wenn man sich erinnert, daß die Intensität der Leuchtkraft von der Menge der entwickelten Wärme abhängt, welche wechselt wie das Quadrat der Quantität der den Strom in einer gegebenen Zeit durchlaufenden Electricität. Die Abnahme des Lichtes erfolgt sogar rascher, als es dieses Gesetz bestimmt. (3.)

„Wenn die Leuchtkraft des galvanischen Bogens sich nicht im Verhältnisse zu dem Verbräuche derjenigen Stoffe verändert, mit

deren Hülfe die Electricität der Säule erzeugt wird, so wird es fast unmöglich zu erkennen, nach welchem Gesetze sich der nothwendige Verbrauch zur Erzeugung einer bestimmten Leuchtkraft verändert, wie man es erkennt, wenn es sich um die Beleuchtung mit gewissen andern Brennstoffen handelt. Aber man kann, wie wir dieß thun werden, die Grenzen angeben, innerhalb denen der Verbrauch liegt, wenn man von Bunsen's Elementen gewöhnlicher Größe Gebrauch macht, in denen das trennende Gewebe oder das cylindrische, poröse Gefäß 20 Centimeter hoch ist und 6,15 Centimeter im Durchmesser hält und deren Zahl zwischen 40 bis 80 liegt. Mit einer Batterie von 60 Elementen, die drei Stunden lang arbeitete, betrug der stündliche Verbrauch an Zink Anfangs 1,086 Kilogramme, die Gesamtkosten oder der Werth der verbrauchten Stoffe 2 Francs 85 Cent. Die erlangte Leuchtkraft war die von 506 Wachskerzen. Nach 3 Stunden war der Verbrauch an Zink nur noch 826 Gramme, die Gesamtkosten 2 Fr. 15 Ct., die Leuchtkraft gleich der von 195 Wachskerzen, (4) mithin beträgt im Durchschnitt per Stunde der Verbrauch an Zink 956 Gramme, die Gesamtausgabe beläuft sich auf 2 Fres. 50 Cent. und die Leuchtkraft ist gleich 350 Wachskerzen. Der Verbrauch an Zink (5.) wurde nach der Kraft des Stromes berechnet und diese durch einen Sinuscompaß gemessen, der in den Strom eingeschaltet und auf die Wirkung zurückgeführt war, die in einem Voltameter mit Kupfervitriollösung durch einen elektrischen Strom von gleicher Intensität erzeugt worden wäre. Der Verbrauch an Schwefelsäure und Salpetersäure wurde durch die Aequivalente berechnet. (6.)

„Demnach ist der wirkliche Verbrauch in den Elementen stärker, als ihn die Theorie der elektro-chemischen Zerlegungen in bestimmten Verhältnissen angiebt, denn wenn der Zink, der aus einer vorhergehenden Arbeit herrührt, zu einer neuen Arbeit auch dienen kann, so verleiht doch die Salpetersäure, deren Areometergrad von 36 auf 25° gefallen ist, den Elementen keine hinreichende Kraft mehr, um einen entsprechend guten leuchtenden Bogen zu erzeugen. (7.) Außerdem hat man in Betracht zu ziehen den Verlust an Quecksilber, den Verbrauch an Zink, der etwas stärkeren, als ihn die

Theorie angeht, und den Kostenpreis der Kohlenleiter, zwischen denen sich der galvanische Bogen bildet zc. (8.)

„Aus diesen Gründen glauben wir, daß unter den Bedingungen der vorhergehenden Versuche und mit einem Widerstande gegen die äußere Leitbarkeit gleich der der Säule, man ohne Uebertreibung den Verbrauch eines jeden Elementes im Durchschnitte per Stunde auf 5 Cent. annehmen kann. (9.)

„Wenn man den Kostenpreis der verschiedenen Leuchtquellen und in einer Lichtstärke gleich der von 350 Wachskerzen, die durchschnittliche sich aus den vorhergehenden Versuchen ergebende Leuchtkraft, (10) miteinander vergleicht, so gelangt man auf folgende Zahlen:

Steinkohlengas 0 Fr. 80 Cent., zum Preise von 0 Fr. 15 Cent. der Cubikmeter. Steinkohlengas 1 Fr. 60 Cent., zum Preise von 0 Fr. 30 Cent. der Cubikmeter. Elektrisches Licht 3 Fr. Rüböl 3 Fr. 50 Cent., zu 1 Fr. 70 Cent. das Kilogramm. Stearinkerzen 13 Fr. 10 Cent., zu 3 Fr. 6 Cent. das Kilogramm. Wachskerzen 16 Fr. 20 Cent., zu 5 Fr. 60 Cent. das Kilogramm.

„Die auf das Leuchtgas Bezug habenden Zahlen sind bekanntlich sehr veränderlich. Sie hängen ab von der Größe der Brenner, von deren Form, von der Art, wie sich die Verbrennung regelt, von dem Drucke des Gases und endlich von der Zusammensetzung des Gases selbst. Die oben angegebene Zahl ist eine Durchschnittszahl, zu der man mit Hülfe von Versuchen gelangt ist, die mit Steinkohlengas mit Rücksicht auf die Form der dabei verwendeten Brenner angestellt wurden.

„Man sieht aus dem Gesagten, daß bei Gleichheit des Lichtes und wenn nur auf den Kostenpreis der verbrauchten Stoffe Rücksicht genommen, ohne das Arbeitslohn zu berechnen, die elektrische Beleuchtung, unter Verhältnissen, wie wir dieselben annahmen, viermal so theuer ist, als die Beleuchtung durch Gas beim Verkaufspreise des Gases in der Stadt Paris. Er beträgt eben so viel wie für die Beleuchtung mit Del und $\frac{1}{4}$ von der mit Wachskerzen. Berechnet man aber zugleich auch die nothwendige Handarbeit bei Ueberwachung der Apparate, ihrer Zurüstung, Erneuerung der Batterien zc., so würde sich der Preis verdoppeln oder mindestens um die Hälfte steigern. (11.) Diese Ergebnisse könnten sich anders gestalten, wollte man sich Säulen bedienen, deren Elementenzahl

anders wäre und die Kosten dürften sich vermindern, wenn man eine größere Zahl von Elementen anwendete. Da aber gewöhnlich die Zahl der Elemente von 60 — 80 angenommen wird, so sind die oben gemachten Schlußfolgerungen für die bisher über die elektrische Beleuchtung gemachten Erfahrungen als gültig anzunehmen. (12.)

„Durch diese auf Erfahrung gegründeten Annahmen ist man zu einem sehr merkwürdigen Ergebnisse geführt worden, indem man nämlich den Widerstand gegen die Leitbarkeit des galvanischen Bogens maß, d. h., indem man die weißglühenden Stoffe, die ihn bilden und die Elektrizität auf einen Metallleiter übertragen, gleich stellte, hat man gefunden, daß jener Widerstand gleich ist einer Zahl zwischen 0,5 und 0,67 des Widerstandes gegen die Leitbarkeit der Säule, und daß man in diesen Grenzen bleiben mußte, wenn der Bogen entsprechend gebildet werden soll. Nun weiß man aber, daß die höchste Wärme erzeugende und magnetische Wirkung einer Säule erlangt wird, wenn der Widerstand gegen die Leitbarkeit gleich der der Elemente ist. Man sieht also, daß durch empirische Versuche man dahin gelangt ist, die Bedingungen zu erfüllen, die von der Theorie als solche angegeben werden, durch deren Beachtung die kräftigste Wirkung einer Säule erlangt werden kann.

„Es würde interessant sein, die oben angegebenen Zahlen denjenigen gegenüber zu stellen, die sich ergeben würden, wenn man abschätzen wollte, wie groß die einer elektromagnetischen Maschine zu ertheilende bewegende Kraft sein müsse, um einen elektrischen Strom zu erzeugen, fähig, einen Voltaischen Bogen wie der, der zu den erwähnten Ermittlungen diente, constant zu unterhalten. Wenn man diese Wirkungen mit denen vergleicht, die man im Jahre 1856 mit einer im „Conservatoire impérial des Arts et Métiers“ arbeitenden Maschine erlangte, so findet man, daß man eine Kraft von $2\frac{1}{4}$ oder nahe $2\frac{1}{2}$ Pferden dieser elektromagnetischen Maschine geben müßte, um einen elektrischen Strom zu erzeugen, fähig, einen elektrischen Bogen ununterbrochen mit einer Leuchtkraft von 350 Wachskerzen zu unterhalten. Diese Abschätzung hat nur Bezug auf die Grenzen der Kraft des Stromes, zwischen denen man arbeitet. Demnach wäre die auf solche Weise gewonnene

Elektricität die am Wenigsten kostende Beleuchtungsquelle dieser Art. Es handelt sich hier bloß um die Erzeugung des elektrischen Lichtes, denn zu andern Zwecken würde sich die Elektricität durch dieses Mittel nicht zu gleich billigen Bedingungen herstellen lassen.

„Wir haben eben gezeigt, wie man den Kostenpreis des elektrischen Lichtes berechnet; es wird aber auch gut sein, anzugeben, unter welchen Umständen jenes Licht nützlich verwendet werden kann. Es ist augenscheinlich, daß die Bedingnisse der Erzeugung eines elektrischen Bogens selbst nicht gestatten, das Licht zu vertheilen, wie es zum Behufe öffentlicher Beleuchtung erforderlich ist, um die Schatten zu vermindern und eine Beleuchtung durch zerstreutes Licht zu erzielen, wie man es stets vorziehen muß. Statt dessen concentrirt der elektrische Bogen das Licht, und die sich entgegenstellenden Schwierigkeiten, im Fall man zwei oder mehrere Bögen mit demselben Strom und Umlauf erzeugen wollte, sind so ernster Art, daß man auf Erlangung eines glücklichen Erfolges verzichten muß. (13.) Die Summe der Widerstände gegen die Leitfähigkeit der getrennten Bögen müßten dem eines einzigen Bogens gleich sein, und wenn man die schwer zu erfüllenden Bedingnisse sich vorhält, um die Stetigkeit eines einzigen Bogens zu regeln, so wird man leicht begreifen, daß es um so schwieriger, wo nicht gar unmöglich werden muß, in ein und demselben Strom zwei oder mehrere Bögen zu reguliren, die dann auch um so viel kürzer ausfallen.

„Wenn man aber bei dem gegenwärtigen Stande der Sache nicht an die Verwendung der Elektricität für öffentliche Beleuchtung denken kann, (14.) so mag man sie doch mit Vortheil zu besonderen Zwecken verwenden, wie dieß auch schon geschehen ist. (15.) Es genügt, die Beleuchtung bei Nacharbeiten, bei (unter Wasser auszuführenden) Arbeiten zu erwähnen. Es ist sogar möglicherweise vortheilhaft, sie zur Beleuchtung von Bergwerken, zu Signalen am Bord von Schiffen, auf Leuchtthürmen und zu einer Menge von Zwecken zu verwenden, wo es nothwendig ist, während einer bestimmten, längeren oder kürzeren Zeit ein Licht von außerordentlicher Leuchtkraft zu besitzen und gebrauchen zu können.“

Zu diesem Berichte sind von Lacassagne und Thiers verschiedene Bemerkungen gemacht worden, welche sich in dem ostge-

nannten Werkchen finden, und die wir hier folgen lassen. Die Bemerkungen beziehen sich auf die gleichbezeichneten Stellen in dem Berichte.

„1) Die Wünsche der Sociéte d'encouragement sind jetzt erfüllt und wir haben durch umfassende Versuche es vollständig erreicht, eine ganz homogene Kohle herzustellen.

„2) Diese Beobachtung ist nicht genau. Die zahlreichen von uns zu Lyon, Paris und Toulon angestellten Experimente haben im Gegentheil bewiesen, daß das mittelst unserer Apparate erzeugte Licht eine für mehrere Stunden regelmäßig wachsende Intensität hatte.

„3) Wir wiederholen, daß diese Bemerkung nicht mit den Thatsachen übereinstimmt, die wir fortwährend gesammelt haben. Auch die Untersuchungen des Dr. Pilate, welche unsere eigenen Untersuchungen bekräftigen, beweisen auf entscheidende Weise, daß die Phänomene entweder unvollständig beobachtet oder von dem gelehrten Berichterstatter der Commission schlecht erklärt worden sind. Die Wahrheit verpflichtet uns, gegen diesen irrigen Schluß zu protestiren.

„4) Die Untersuchungen des Dr. Pilate und die unsrigen beweisen, daß es bei dieser Schätzung der Lichtintensität zu großen Irrthümern führen würde, wenn man sie auf unsere Lampen reduciren und ihre Leuchtkraft mit der von 195 Wachskerzen vergleichen wollte.

„5) Diese bloß theoretische Schätzung beruht auf keiner positiven Basis, sie ist durch die späteren Ziffern annullirt, die aus einer langen Reihe von Experimenten gezogen sind.

„6) Man kann auch diese Schätzung in gleicher Weise kritisiren und wir verweisen auf die Mittheilungen, welche wir nachher beifügen werden. (Diese Mittheilungen folgen unmittelbar nach diesen Bemerkungen.)

„7) Wir werden in den nachfolgenden, auf Thatsachen begründeten Berechnungen nachweisen, daß diese Schlüsse des Berichterstatters keine Geltung haben. Erwähnen wollen wir jedoch hierbei noch, daß wir jetzt eine neue erregende Flüssigkeit anwenden, durch welche viel erspart wird.

„8) Dagegen wenden wir ein, daß, wenn das neue System erst einmal in gut organisirten Werkstätten eingerichtet ist, man wohl auch bald dahin kommen wird, das verbrauchte Quecksilber wieder lebendig zu machen, die Zinksalze zu gewinnen und mit Nutzen zu verkaufen, ferner die Zersetzungsprouducte der Salpetersäure zu verwenden. Die Kohlenstäbe erhält man zu sehr niedrigen Preisen. Jedenfalls sind hier noch viele Ersparnisse möglich, sowohl im Einzelnen, wie im Ganzen.

„9) Die später angeführte Kostenberechnung zeigt, daß die wirklichen Kosten nicht mehr als 3 Centimes in Maximo betragen.

„10) Man wird sich erinnern, daß die Vergleichung mit dem Lichte von 350 Wachskerzen nicht exact ist. Wir bemerken aber auch noch, daß, wenn man 600 — 700 Wachskerzen annimmt, wie unsere Experimente feststellen, von dem gelehrten Berichtersteller der Durchschnittspreis fast zweimal zu hoch angegeben ist. Wir fügen ferner noch hinzu, daß die vom Marineminister ernannten Commissäre bei den in Toulon angestellten Versuchen constatirt haben, daß das Licht unserer elektrischen Lampe, ohne Reflector wirkend, dem Lichte von 64 Carcel'schen Lampen gleich ist. Endlich ist es weder richtig noch scharf, auf eine zu absolute Weise unähnliche Dinge zu vergleichen, die sich weder gleich kommen noch sich ersetzen können. Denn weder Wachskerzen, noch Lampen, noch selbst Gas können wirklich leisten, was das elektrische Licht zu leisten vermag.

„11) Man hat wohl aus dem Vorhergehenden ersehen, daß dieser Schluß im Grunde falsch ist. Der gelehrte Berichtersteller bemüht sich selbst, diesen zu bekämpfen, indem er zugleich die verschiedenen bekannten Mittel angiebt, die Kosten zu vermindern, entweder durch Anwendung von Batterien, deren Elementenzahl größer wäre, oder durch Benutzung von elektromagnetischen Maschinen, die das elektrische Licht unter billigen Bedingungen zu liefern vermögen.

„12) Die Zahl der benutzten Elemente schwankte gewöhnlich zwischen 40 und 60.

„13) Wir beschränken uns hier darauf, anstatt jeder Antwort, auf unsere früheren Berichte zu verweisen, wo dieser Schluß der Commission im Voraus auf das Glänzendste widerlegt worden ist.

„14) Wir überlassen es dem unparteiischen Leser, selbst zu beurtheilen, was man von dieser wunderlichen Beurtheilung denken soll, gegenüber den mit so gutem Erfolge angestellten Versuchen und Prüfungen bei Beleuchtung der rue Impériale zu Lyon.

„15) Wir verweisen hier auf die ausführlicheren Details über die verschiedenen Ergebnisse, welche bereits angestellte Versuche ergeben haben.“

Unser eigenes Urtheil über das in dem Berichte von Becquerel Enthaltene, so wie über die vorstehenden Bemerkungen von Lacassagne und Thiers werden wir am Schlusse des vorliegenden Werkchens geben. Wir theilen nun zunächst eine Kostenberechnung mit, welche von Lacassagne und Thiers aufgestellt und unter dem Titel: „Statistische und industrielle Documente“ in dem unter ihrer Mitwirkung erschienenen Werkchen: „Neues System der elektrischen Beleuchtung“ Seite 129 mitgetheilt wird. Sie hat folgenden Inhalt:

„Die permanente elektrische Beleuchtung der rue Impériale während des März 1817 soll uns als Basis für den Kostenpreis dienen, trotz der ungünstigen Bedingungen, unter denen man sie anstellen mußte. Die Lichtintensität der beiden photo-elektrischen Lampen war mehr, als hinreichend, um diese große und breite Straße, von ungefähr 900 Meter Länge, bis fast zur Tageshelle zu erleuchten, wie es die 60 Gaslampen, die sich in der Straße befinden, nicht entfernt zu thun im Stande sind.

„Folgender Aufwand wurde für die photo-elektrische Lampe, die auf dem Komödienplatz zur Seite des großen Theaters aufgestellt war, gemacht. Sie war gespeist durch eine Batterie von 60 Zink-Kohlenelementen, großes Format, die ungefähr 100 Stunden thätig war:

	Für 100 Stunden.		Für 1 Stunde.	
	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
1) Aufgelöster Zink, 72 Kilogr., à 104 Frès.				
Für 100 Kilogramme	74	95	0	74 95
2) Schwefelsäure 154 Kilogr., à 24 Francs				
für 100 Kilogr.	36	95	0	36 95
3) Salpetersäure von 40°, 247 Kilgr. 500 à				
70 Frès. für 100 Kilogr.	173	25	1	73 25
4) Quecksilber zum Amalgamiren, 9 Kil. 50,				
à 5 Frès. 50 das Kilogr.	49	75	0	49 75
5) Verbrannte Kohle 6 Meter 61, à 3 Frès.				
für das Meter	19	85	0	19 85
	<hr/>			
Summe	354	75	3	54 75.

Es macht also für die Stunde 3 Francs 54 Centim. $\frac{1}{2}$ für die Lampe, d. h., 5 Cent. $\frac{9}{10}$ für die Stunde und für jedes Element.

„Hier müssen wir nun mehrere wichtige Bemerkungen in die Rechnungsreihe einschalten:

„1) Zuerst wurden die Salpeter- und Schwefelsäure, in Folge äußerster Vorsicht, nur 2 Abende lang benutzt; sie hätten in einer Anstalt recht gut zu einem dritten Versuch dienen können, d. h., 4 Stunden länger. Es wäre also von den 3 Fr. 54 Cent. Kosten abzuziehen:

Für Schwefelsäure 4 mal 3 C. 69, macht 14 C. 76	} 84 C. 04.
Für Salpetersäure 4 mal 17 C. 32, macht 69 C. 28	

Die Kosten der Lampe für die Stunde betragen nicht mehr als 2 Fr. 69 C. 96, also 4 Centimes 50 per Stunde und pro Element.

„2) Nachdem die Salpetersäure 12 Stunden gedient, fällt sie von 40 auf 20° und kann nicht mehr sicher gebraucht werden, um eine zur Speisung einer Lampe genügende elektromotorische Kraft zu erzeugen. Aber wenn wir diesen

247 Kilogr. 500 Salpetersäure, nachdem sie ihre Stärke bis 20° verloren, zufügen

247 Kilogr. 500 Salpetersäure zu	40°
werden wir haben	
<hr/> 495 Kilogr. 000 Salpetersäure zu	<hr/> 30 Grad.

„Diese Zusammenstellung ist sehr vortheilhaft; denn, wenn man sie ersetzen wollte, müßte man, um eine Lampe 150 Stunden mit Säure von 40 Grad zu speisen, kaufen:

für 100 Stunden, 247 Klg. 500 Säure zu 70 Fr. macht 173 Fr. 25 C.
für 50 Stunden, 123 Klg. 750 Säure zu 70 Fr. macht 86 „ 62 „
in Summa 259 Fr. 87 C.

das macht eine Ersparniß von 86 Fr. 62 Cent. für 150 Stunden elektrischer Beleuchtung, d. h., es sind 75 Cent. $\frac{3}{4}$ für die Stunde abzuziehen von der für den Aufwand gefundenen Ziffer (2 Fr. 69 Cent. 96, weniger 57 $\frac{3}{4}$ Cent.); es bleibt also 2 Fr. 12,21 Cent. für den Aufwand für die Lampe per Stunde, also 3 $\frac{1}{2}$ Cent. für die Stunde und ein Element.

„3) Das ist nicht Alles: man sieht nach der vorstehenden Berechnung, daß der Kostenpreis für die Stunde 2 Fr. 12,21 Cent. für die Lampe sein würde und das unter den ungünstigsten Bedingungen. Würde dagegen der Generator des elektrischen Fluidums in einer Anstalt benutzt, die mit den zur Verwendung aller für die Batterie erforderlichen Substanzen versehen wäre, würde das ganz anders sein, wie man sehen wird: „Man kann in der That begreifen, daß es durch diese Einrichtung leicht sein wird, einen großen Theil der gebrauchten Substanzen entweder wieder brauchbar zu machen, um sie zu demselben Zwecke zu verwenden oder in andere Producte umzuwandeln und also durch dieses Mittel eine enorme Reduction des Kostenpreises zu erzielen. Es wäre nicht allein möglich, denselben beträchtlich zu verringern, die Chemiker haben sogar Hoffnung gemacht, noch gewisse Vorthteile zu erreichen.

„Wir wollen hier nicht alle unsere Hoffnungen in dieser Richtung enthüllen, wir beschränken uns darauf, einige Ziffern und Exempel zu citiren:

„a) Die 9,50 Kilogr. Quecksilber, die als Amalgam für die Säure gedient, sind nicht verloren, man kann durch Destillation sie ganz wieder erhalten und wir bleiben hinter der Wirklichkeit, wenn wir den Nutzen dieser Operation zu $\frac{4}{5}$ des Metalles angeben, was bloß 40 Fres. giebt.

„b) Die 74 Kilogr. Zink, die aufgelöst wurden, sind ebenso wenig verloren; sie sind größtentheils in schwefelsaures Zink umfassenstein, elektrisches Licht.

gewandelt; man könnte dieses in Zink zurückführen und sich desselben zur Construction neuer Elemente bedienen, die einen großen Vortheil hätten, den, daß sie kein Quecksilberamalgam nöthig machen.

„Man könnte auch den schwefelsauren Zink zersetzen und kohlen-sauren Zink daraus machen, das heutzutage in den Künsten sehr mit dem Bleiweiß (kohlen-saurem Blei) concurrirt.

Es wäre selbst noch von Vortheil, es in natura abzusetzen. In der That die Chemie lehrt, daß das schwefelsaure Zink aus fast gleichen Theilen Zink und Schwefelsäure zusammengesetzt ist, das giebt 2×72 macht 144 Kilogr.; ferner tritt Wasser ohngefähr $\frac{1}{3}$ zu, d. h., zu mehr, als 100 auf das Ganze; mit andern Worten, wir haben als Product unserer Batterie *) ohngefähr 244 Kilogr. schwefelsaures Zink.

„Nun ist aber das heutzutage in der Färbekunst stark verwendete schwefelsaure Zink in den Preiscouranten der Fabricanten chemischer Producte zu 2 Fr. das Kilogramm notirt. Wir wollen nur im Großen 100 Kilogr. auf 31 Frs. berechnen, was noch mehr als 74 Fr. geben würde und also einen sehr schönen Nutzen gewährt.

„c) Aber nicht aller Zink wird zu schwefelsaurem umgewandelt; 1 Theil wird salpetersaurer und kann als solcher verkauft werden.

d) Die Salpetersäure zersetzt sich in der Säule; sie bildet nicht allein Nitrate, sondern sie entwickelt auch reichliche Dämpfe von salpetriger oder hypo-azotischer Säure. Diese salpetrige Säure wird in den industriellen Künsten vortheilhaft verwendet; sie dient unter andern zur Fabrication der Schwefelsäure; sie wird aufgefangen, was den doppelten Vortheil bietet, die Werkstätte von schädlichen Dünsten zu befreien und ein neues Product von bekanntem Werthe zu geben. Nach dem Verhältnisse ihrer chemischen

*) Nach der Theorie ist die Menge größer: Man sieht auf der Tafel der chemischen Verbindungen, daß auf 100 Theile das schwefelsaure Zinkhydrat zusammengesetzt ist aus 28,23 Zink, 27,85 Schwefelsäure und 43,92 Wasser, was folgende Proportion giebt: Wenn 28,23 Zink 100 schwefelsaures Zink geben, wie viel werden 72 Zink geben:

Macht $28,23 : 100 = 72 : X = \frac{100 \times 72}{28,23} = 255$ Kilogr. schwefelsaures Zink.

Zusammensetzung^{*)}, ist es gering, sie mit $\frac{1}{4}$ der gebrauchten Salpetersäure abzuschätzen, was noch 40 Francs giebt.

„e) Endlich haben wir jetzt zu unserer Disposition eine neue erregende Flüssigkeit, die, sehr billig und geruchlos, unter bestimmten Umständen unsere Batterie mit ansehnlichen Vortheilen und ohne einem der Uebelstände, die den bisher gebräuchlichen 2 Säuren anhängen, speisen kann.

„4) Fahren wir fort: denn wir haben noch andere, nicht weniger wichtige Bemerkungen hier zu machen, wie man sehen wird. So haben wir den Zink zum Preis von 104 Fr. à 100 Kilogr. gerechnet, er wird aber im Großen zu 92 verkauft; das ist eine Reduction von 12 Fr. für 100 Kilogr., macht ohngefähr 9 Fr. für die Kosten, um die es sich handelt.

„Die Schwefelsäure ist in unseren Berechnungen mit 24 Fr. für 100 Kilogr. bezeichnet; im Großen kostet sie nur 18—20 Fr.; das ist wieder eine Differenz von mindestens 4 Fr. für 100 Klgr. macht 6 Fr. in der Rechnung, die aufzustellen ist.

Ebenso für die Salpetersäure; sie ist höher geschätzt, zu 70 Fr. à 100 Kilogr.; man kann sie im Großen zu 60 haben oder wenigstens zu 65 Fr.; das würde eine Preisverminderung von 5 Fr. wenigstens für 100 Klgr. sein, also von 12 Fr. für den Kostenpreis, den wir erforschen.

„Die Kohlen selbst, zu 3 Francs der Meter berechnet, werden gern und gut im Großen zu 2 Fr. 50 Cent. gekauft, macht einen Abzug von 2 Fr. 25 Cent. vom Ganzen.

„Das Quecksilber endlich kann auch im Großen zu niedrigeren Preisen erhalten werden; notiren wir es selbst mit 5 Fr., so finden wir eine Ersparniß von wenigstens 4 Fr. 50 Cent.

„5) Recapitulation. Bevor wir die vorstehenden Berechnungen recapituliren, müssen wir darauf aufmerksam machen, daß die meisten nur für 100 Stunden aufgestellt sind, wie es auch auf unserer ersten Uebersicht zu Anfang geschah; die Reduction würde

*) Die salpetrige oder Hypo-Nit-Säure enthält ein Volumen Drygen und 2 Volumen Stickstoffdeutoxyd oder im Gewicht 100 Stickstoff und 228,57 Sauerstoff.

Die Salpetersäure enthält 1 Volumen Stickstoff und $2\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoff oder in Gewicht 100 Stickstoff und 233 Sauerstoff.

noch um $\frac{1}{3}$ vortheilhafter sein, wenn man sie für 150 Stunden anstellte, wie in den Anmerkungen unter 1 und 2; der Leser möge das wohl berechnen, um das folgende Resumé billig zu würdigen, wo mehrere Producte der Batterie nicht stehen und wo alle unter ihrem Preise angesetzt sind:

Wiedergewonnenes Quecksilber	40 Fr. — Ct.
Gewonnenes schwefelsaures Zink	71 " — "
Benutzte salpetrige Säure	35 " — "
Ersparniß am Zinkpreis	9 " — "
" an Schwefelsäure	6 " — "
" an Salpetersäure	12 " — "
" an Kohlen	2 " 25 "
" an Quecksilber	4 " 50 "
Summe	179 Fr. 75 Ct.

Anmerkung 1) Man hätte noch viele neue Anwendungen denen zuzufügen, die wir eben kennen lehrten; denn in dieser Branche der Industrie sind große Fortschritte gemacht worden; wir beschränken uns darauf, noch Folgendes anzuführen:

Die geschwächte Salpetersäure, nachdem sie zur elektrischen Beleuchtung gedient, kann wieder für die Färbereien verkauft, in den Künsten benutzt werden u. s. w., so z. B. zur Bereitung des Königswassers. Man kann auch daraus entweder salpetersaures Kali, von dem die Salpetersäurefabriken ungeheure Mengen consumiren, oder salpetersaures Eisen, zum Schwarzfärben, oder salpetersauren Strontian bilden, welches die Feuerwerker in großer Menge verbrauchen u. s. w.

Anmerkung 2) Die Dämpfe der salpetrigen Säure können in einer Reihe von Gefäßen, in denen sich Schwefelsäure befindet, aufgefangen werden. Letztere bildet dann salpetrige Säure enthaltende Schwefelsäure. Diese letztere ist von den Vitriolölsfabricanten sehr gesucht in Rücksicht ihrer Eigenthümlichkeit, daß sie, mit schwefliger Säure zusammenkommend, diese zu einer höheren Oxydationsstufe übergehen läßt, indem sie ihr Sauerstoff abgibt und so sie in Schwefelsäure verwandelt.

Von noch einer anderen Eigenthümlichkeit zieht man großen Nutzen: „Es ist festgestellt, sagt Malaguti (Elemente der Chemie), daß die salpetrige Säure bei gewöhnlicher Temperatur, sich zerlegt, unter dem Einfluß des Wassers, in Salpetersäure und in Stickstoffoxyd und das Stickstoffoxydgas mit Luft wird selbst zu salpetriger Säure.“ Man hat nun daran gedacht, die Dämpfe der salpetrigen Säure und des Stickstoffoxydes in zur Hälfte mit Wasser gefüllten Gefäßen zu sammeln, wo die Wirkung eines Ventilators sie mit Sauerstoff sättigt und sie in Salpetersäure umbildet, die so mit einer großen Ersparniß wieder herzustellen wäre.

Endlich bildet sie mit Basen Salze, von denen es sich zeigen wird, daß man durch ihre Gewinnung einen ansehnlichen Nutzen haben kann zc.

„Wenn wir nun von dem Gesamtaufwande, den die Berechnung auf 259 Fr. 87 Cent. anschlägt, 179 Fr. 75 Cent. abziehen, bleibt nur 80 Fr. 12 Cent. als Kostenpreis einer photo-elektrischen Lampe für Beleuchtung während 100 Stunden, gleich der von 64 Carcel-Lampen oder 500 Kerzen z., das macht 80 Cent. pro Stunde für jede Lampe oder 1 Cent. $\frac{4}{5}$ pro Element.

„Der Leser begreift, daß das nicht das letzte Wort über die Kosten der elektrischen Beleuchtung ist, eine Beleuchtung, welche es möglich macht, noch andere industrielle Unternehmungen damit zu verbinden, welche großen Nutzen gewähren werden.

Wir lassen hier noch das Urtheil des Dr. Pilate folgen, auf welches sich oben Lacassagne und Thiers bei ihren Einwürfen gegen die Ansichten von Becquerel berufen. Dasselbe ist dem Salut public vom Juni 1857 entlehnt und in dem Werkchen über die neue Methode der elektrischen Beleuchtung von Lacassagne und Thiers aufgenommen. Dr. Pilate sagt:

„Als die Beleuchtung der Rue Impériale zu Lyon eingerichtet wurde, nach dem Systeme der Herren Lacassagne und Thiers, war ich sehr begierig, diese interessanten Experimente zu verfolgen; und glücklicherweise konnte ich mein Project realisiren und vollständig meiner Neugierde genügen, da ich den Erfindern vorgestellt wurde; es setzte mich das in Stand, allen Details dieser interessanten Experimentirung beizuwohnen. Ich glaube nun das Resultat meiner eigenen Beobachtungen mittheilen zu müssen.

„Ich bemerke zuvor, daß ich die Frage der industriellen Anwendungen bei Seite lasse; sie ist durch den Hrn. Ingenieur Petit-Pierre Pellion, M. A. Jouw und den Redacteur der Gazette de Lyon z., in ihren verschiedenen Artikeln über dieses Thema so gut abgehandelt, daß fast nichts mehr zu sagen bleibt. Wir können nur mit ihnen wiederholen, daß das elektrische Licht das Gas weder in Vergessenheit kommen läßt, noch es ersetzt (wie man wohl glaubt), sondern daß es unsere Beleuchtungsmittel vervollständigt und Dinge nützlich macht, an die man vor dem Systeme der Herren Lacassagne und Thiers nicht zu denken wagte. Ich werde mich also beschränken, von der Lampe selbst zu sprechen und von den Resultaten, die sie giebt.

„Wir müssen sogleich zum Beginne die Ansicht des Berichterstatters einer gelehrten Gesellschaft (der Société d'encouragement) berichtigen,

der sagt, daß die photo-elektrische Lampe Anfangs ein Licht gleich dem von 500 Stearinkerzen gebe, aber daß es nach anderthalb Stunden auf das von 300 und selbst 195 reducirt sei, d. h., daß es 2 und 3 Fünftel seiner Kraft verloren. Dieser Schluß wäre sehr gewichtig, aber er ist irrig; 24 Tage des Experiments zu 3 bis 4 Stunden jeden Abend, haben uns in Stand gesetzt, zu beweisen, daß, wenn man die Lampe anzündet (ein unpassender Ausdruck zwar, doch sei er mir gestattet), das Licht anfänglich mehr oder weniger roth und gefärbt ist, so zu sagen ohne Kraft im Vergleich zu der, die es bald erhält. Wirklich, allmählig wird das Licht weiß und verbessert sich und nach 15 — 20 Minuten, je nach dem Zustande der Atmosphäre, ist der Lichtbogen in seiner ganzen Reinheit, aber noch nicht in voller Kraft, die noch auf unmerkliche Weise und ungefähr 2 Stunden fortgesetzt wächst, um dann ihr Maximum an Intensität zu erreichen. Die Lampen begannen 7½ Uhr zu wirken, das Licht war rein gegen 7 Uhr 45 Minuten und gegen 10 Uhr hatte es die volle Kraft erlangt, welche noch bis 11 Uhr dauerte, als man die photo-elektrische Lampe verlöschte. Alle Welt kann das bezeugen und ich stehe nicht an zu sagen, im Gegensatz zur Ansicht der Gelehrten, die ich zu bekämpfen die Pflicht habe, daß, wenn die Lampe nach 15 — 20 Minuten Thätigkeit eine Kraft gleich 500 hat, sie 9 Uhr gleich 600 und gegen 10 Uhr bis 750 oder 800 ist. Da die Experimente nur 3½ — 4 Stunden gedauert, weiß ich nicht, zu welcher Zeit wirklich die Abnahme beginnt; aber es muß das sehr spät sein und da giebt es noch Mittel, dem zu begegnen. Es ist nutzlos, bemerklich zu machen, daß diese Ziffern annähernde sind, weil wir nicht so eingerichtet waren, daß wir eines Photometers uns bedienen konnten; aber unsere Schätzung ist deßhalb nicht weniger genau und ganz übereinstimmend mit den Experimenten, die wir vom 7 — 31 März verfolgen und controliren konnten.

„Diese Thatsachen sind wirklich merkwürdig vom wissenschaftlichen und industriellen Gesichtspunct und werth, aufgezeichnet zu werden; es schien mir von Nutzen, die öffentliche Aufmerksamkeit auf das interessante Phänomen der wachsenden Kraft des elektrischen Lichtes in dem bemerkenswerthen photo-elektrischen Apparate der Herren Lacassagne und Thiers zu lenken.“

(Faint, illegible text at the bottom of the page, likely bleed-through from the reverse side.)

Obwohl sich nicht leugnen läßt, daß Manches sich besser gestalten wird, als Becquerel annimmt, sobald die elektrische Beleuchtung im Großen und dauernd angewendet wird, und daß namentlich auch manche der gewonnenen Nebenproducte verwerthet werden können, so ist doch die Aufstellung der Herren Lacasfagne und Thiers etwas gewagt und wir möchten darauf kein Etablissement für elektrische Beleuchtung gründen. Das Urtheil des Dr. Pilate aber ist ganz ohne Werth, da es keine Begründung hat.

Professor Grove hat sich ebenfalls mit diesem Gegenstand viel beschäftigt. Er sagt darüber: „Nach einer beiläufigen Berechnung der Kosten des galvanischen Lichtes, dessen Anwendung jedoch mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist, scheint dasselbe Vortheil zu versprechen. Es wurde, um den Verbrauch in der Batterie berechnen zu können, in dem elektrischen Strome derselben ein Galvanometer eingeschaltet, während der elektrische Lichtbogen erzeugt wurde. Für jedes im Galvanometer entbundene Aequivalent Wasserstoff wurde 1 Aequivalent Zink, 1 Aequivalent Schwefelsäure und $\frac{1}{5}$ Aequivalent Salpetersäure in jedem Elemente der Batterie verzehrt. Hiernach würden, mit Berücksichtigung des Wassergehaltes der käuflichen Säuren u., die Kosten einer Salpetersäure-Batterie von 50 Elementen, mit Platinplatten von je 8 Quadrat-zoll Fläche, wie sie zu den Versuchen angewendet wurden, in der Stunde beiläufig zwei Schillinge betragen.“

Beim Vergleichen der Intensität des galvanischen Lichtes mit dem Lichte einer gewöhnlichen Wachskerze vermittelst der Schattenprobe, fand Grove, daß das galvanische Licht, nachdem die Batterie eine Stunde in Thätigkeit gewesen war, sich zum Kerzenlichte wie 1444 zu 1 verhielt. Wenn folglich die Kosten der Batterie sich selbst doppelt so hoch, nämlich auf vier Schillinge für die Stunde belaufen würden, so wären sie bei der großen Intensität des galvanischen Lichtes verhältnißmäßig immer noch sehr gering. Für die Straßenbeleuchtung sind einzelne Lichter einem Centrallichte ohne Zweifel vorzuziehen, aber für Leuchttürme, namentlich mit in regelmäßigen Zwischenräumen intermittirendem Licht, oder für Signallichter wird sich das galvanische Licht gewiß mit Vortheil anwenden lassen; die practischen Schwierigkeiten sind allerdings groß, aber keinesweges unübersteiglich.

Auch Regnault, Director des Telegraphenbureaus in Paris, erwähnt in einem Berichte über elektrische Beleuchtung, welchen er der Academie der Wissenschaften in Paris abstattete, den Kostenpunct. Regnault hatte die elektrische Beleuchtung während der Wintermonate in den Napoleon-Docks, wo 800 Arbeiter beschäftigt waren, eingeführt. Er benutzte zwei Apparate, von Deleuil und Sohn in Paris verfertigt, die während vier Monaten in Thätigkeit waren. Jeder Apparat war mit einer Batterie von fünfzig Elementen und zwar Zinkkohlen-Elementen versehen. Die Kosten für jede der beiden Batterien betragen im Ganzen für jeden Abend 38 Frs. 8 Cent. Die Ersparung gegen andere Beleuchtung war, nach Regnault's Angabe, bedeutend und die Beleuchtung so vollständig, daß alle Arbeiten ohne alle Gefahr und mit der größten Regelmäßigkeit ausgeführt werden konnten. Die Kosten vertheilten sich in folgender Weise:

Tagelohn des Aufsehers, welcher den Apparat überwacht und leitet	4,50 Frs.
Quecksilber	5,00 "
Zink	4,50 "
Kohlenstäbe	1,40 "
Salpetersäure	1,80 "
Schwefelsäure	1,84 "
	<u>Summa 19,04 Frs.</u>

In Paris selbst wurde bei einem Bau in der Rivolistraße die elektrische Beleuchtung angewendet, da die Arbeiten auch des Nachts fortgesetzt wurden. Zwei Apparate, die auf hohen Gestellen befindlich waren, strahlten vollkommen genügendes Licht aus, so daß die große Zahl der bei dem Bau beschäftigten Arbeiter ungehindert die ganze Nacht hindurch in ihrer Thätigkeit fortfahren konnte.

An verschiedenen Vorschlägen zur Benutzung des elektrischen Lichtes fehlt es nicht, manche derselben sind auch ausgeführt worden und es hat sich die Anwendbarkeit desselben vielfach bestätigt. Wir wollen noch eine Reihe derselben anführen.

Weil man das galvanische Kohlenlicht auch im luftleeren Raume, also ganz getrennt von der äußeren Luft, ja selbst unter Wasser zu erzeugen im Stande ist, so kam Boussingault zuerst

auf die Idee, das elektrische Licht für Grubenbeleuchtung vorzuschlagen. Es ist bekannt, daß in den Gruben häufig Gasgemenge vorkommen, welche, wenn sie mit einem brennenden Körper zusammenkommen, heftig explodiren, wodurch oft viel Unglück herbeigeführt wird. Bis jetzt haben wir als einziges Schutzmittel gegen eine solche Gefahr die Davy'sche Sicherheitslampe, eine gewöhnliche Dellampe, welche von einem feingeflochtenen Drahtneze umgeben ist, durch welches die Entzündung eines explodirbaren Gasgemenges durch die Flamme der Lampe verhindert wird. Diese Davy'schen Sicherheitslampen werden jetzt wohl überall in den Grubenwerken, wo solche entzündbare Gasgemenge vorkommen, benutzt; dennoch kommen, wie wohl viel seltener wie früher, zuweilen noch Unglücksfälle durch Explosionen der sogenannten schlagenden Wetter vor. Manche glauben, es geschehe dieß durch Mangel an nöthiger Vorsicht, indem nämlich das Drahtnetz der Lampe zuweilen verletzt werde und durch die entstehenden größeren Oeffnungen die Entzündungen erfolgten. Andere behaupten, daß auch bei Anwendung solcher Sicherheitslampen, die sich in vollkommen gutem Zustande befinden, Explosionen vorkommen könnten, nämlich dann, wenn ein zu starker Zug das explodirbare Gas rasch durch die Maschen des Drahtgeflechtes treibt. Boussingault sagt: „In unserer Zeit, wo ernstlich an die Beleuchtung der Städte mittelst der Volta'schen Säule gedacht wird, darf man der Hoffnung Raum geben, daß die unterirdischen Arbeiter sich bald eines Lichtes erfreuen werden, welches sich im luftleeren Raume erzeugen und unterhalten läßt. Die Grove'sche (Zink-Platin-) oder Bunsen'sche (Zink-Kohlen-) Batterie, welche mit 48 Elementen und bei einem Materialverbrauch von 1 Fr. 20 Cent. ein Licht gleich dem von 500 — 600 Stearinkerzen hervorbringen, scheinen die öconomische Frage zu lösen. Neben der technischen Frage kommt aber dabei auch die Humanitätsfrage in's Spiel; es geht nämlich in Europa durch das Explodiren von Gasgemengen (bösen Wetter) in den Bergwerken täglich ein Menschenleben verloren!

Es läßt sich wohl nicht leugnen, daß, wenn der Vorschlag Boussingault's ausführbar wäre, alle Gefahr der erwähnten Art als beseitigt angesehen werden könnte. Der Vorschlag weckte

daher auch das Interesse mehrerer Sachkundigen und es wurden in Folge dessen verschiedene Versuche angestellt. Nächst Boussingault war es de la Rive, der sich mit dem Gegenstande beschäftigte. In einem Briefe an Boussingault sagt er: „Ich habe erfahren, daß Sie sich mit der Ermittlung eines Verfahrens beschäftigten, um die galvanische Batterie zur Beleuchtung für Grubenarbeiter anzuwenden. Auch ich beschäftige mich hiermit schon seit langer Zeit. Mehrere Versuche, die ich anstellte, fielen nicht alle gleich gut aus; vor Kurzem hatte ich aber besseren Erfolg und ich bin jetzt auf dem Wege zu einem sowohl wohlfeilen als sehr bequemen Verfahren. Die Batterie, welche ich benutzte, besteht aus Kupfer oder Platin und als positives Metall aus Zinkamalgam oder, noch besser, Kaliumamalgam. Die Flüssigkeit ist Kupfervitriollösung, wenn das negative Metall Kupfer und Chlorplatin, wenn es Platin ist. Ich wende kleine hohle Cylinder aus Coaks an und ordne sie wie die Dochte einer Lampe. Ein Ring oder eine dicke Scheibe von Metall, von demselben Durchmesser wie der Kohlencylinder, wird über diesem in der Art angebracht, daß der elektrische Strom zwischen beiden hindurchgeht. Es muß Sorge getragen werden, daß der elektrische Strom von dem unten befindlichen Kohlencylinder an den über ihm befindlichen metallenen Conductor gehe, damit die von Unten in die Höhe geführten Kohlentheilchen durch ihr eigenes Gewicht wieder zurückfallen. Das Ganze, nämlich der Kohlencylinder sammt den ihn tragenden metallenen Haltern, sowie der als Leiter dienende Ring oder die Scheibe, kommt in einen kleinen hermetisch verschlossenen Glasballon. Man braucht die Luft aus demselben nicht auszupumpen, weil der wenige darin enthaltene Sauerstoff von der glühenden Kohle bald verbraucht wird. Alle Verbindung mit der äußeren Luft muß aber natürlich vollkommen vermieden werden. Die galvanische Batterie wird außerhalb des Ballons aufgestellt und von ihren Polen gehen zwei Metallleitungen aus, von denen die eine mit dem Kohlencylinder, die andere mit dem metallenen Conductor in Verbindung steht. Man kann sie wechseln oder neu zusammensetzen, ohne daß an der inneren Einrichtung etwas geändert zu werden braucht.

„Je nach der Kraft der Batterie thut man wohl an einem metallenen Conductor zwei Spitzen oder zwei Kohlencylinder, anstatt eines einzigen, anzuwenden.

Boussingault's Versuche haben so wenig practischen Erfolg gehabt, wie die von de la Rive, denn bei den Arbeiten der Bergleute in den Gruben kann man ein intensives Licht an einer Stelle nicht brauchen, man muß sein Licht an verschiedenen Stellen haben und es genügt da schon eine schwache Beleuchtung. Ueberdieß ist es äußerst schwierig, einen Glasballon auf die Dauer hinreichend dicht abzuschließen, auch werden die Wände des Gefäßes von den sich zerstreuen Kohlentheilchen bald so dicht beschlagen, daß das Licht nicht mehr in genügender Menge durchdringen kann.

Weit practischer ist der Vorschlag von Grove, welcher anstatt des Kohlenlichtes das Licht eines durch den elektrischen Strom glühend werdenden Platindrahtes für die Grubenarbeiten benutzen will. Ein solches Licht wird für die genannten Arbeiten vollkommen ausreichen und es ist zu seiner Herstellung auch keine große Batterie wie zum Kohlenlichte erforderlich, sondern es genügen schon einige Elemente. Wir theilen, was Grove über seinen Vorschlag im philos. Magazine sagt, wörtlich mit:

„Unlängst erschienen Vorschläge von Boussingault und de la Rive über die Anwendung des galvanischen Lichtes zur Grubenbeleuchtung. Boussingault ist der Ansicht, daß mehrere Unglücksfälle in Steinkohlengruben von Zügen oder Stömen brennbaren Gases und nicht von der Fahrlässigkeit der Arbeiter im Gebrauche der Sicherheitslampe herrühren, welcher letzteren Ursache sie gewöhnlich zugeschrieben werden; er glaubt, daß das galvanische Bogenlicht, weil es unabhängig ist von der atmosphärischen Luft oder anderen die Verbrennung unterhaltenden Agentien (im gewöhnlichen Sinne des Wortes), practischen Nutzen gewähren könnte. De la Rive beschäftigt sich seit einiger Zeit ebenfalls mit diesem Gegenstand und schlägt einen Cylinder aus Kohle von dichtem Gefüge vor, ähnlich dem Bunsen'schen, oben mit einem Metallringe oder einer metallenen Platte versehen; wird der Kohlenstoff zum positiven Ende einer galvanischen Säule gemacht, so fallen die von ihm auf die Scheibe übergeführten Theilchen durch ihre eigene

Schwere wieder nieder und man erhält ein ziemlich constantes Licht; das die Elektroden enthaltende Gefäß wird hermetisch verschlossen und da der Sauerstoff durch die glühende Kohle bald erschöpft wird, so dauert das Licht in dem zurückbleibenden Stickstoff fort. Doch scheint de la Rive nur theilweise guten Erfolg gehabt zu haben und es sind nach ihm noch viele Schwierigkeiten zu besiegen.

„Vor vier bis fünf Jahren, bald nachdem ich die Salpetersäure-Batterie construirt hatte, wurde ich durch die Leichtigkeit und Beständigkeit überrascht, mit welcher das galvanische Licht gerade durch diese Combination erhalten werden kann, und stellte mehrere Versuche an, es zur Beleuchtung zu benutzen; der Erfolg derselben war jedoch ein sehr beschränkter. Durch Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln, bei deren Beschreibung ich mich nicht aufhalten will, gelang es mir manchmal, ein andauerndes galvanisches Licht in verdünntem Stickstoff 4 — 5 Stunden lang zu unterhalten; doch war ich dessen niemals sicher; irgend ein unbeachteter Fehler in der Holzkohle oder sonst eine Ursache löschte es plötzlich aus; auch wurde das Glas, in welchem das Licht hervorgebracht wurde, nach und nach durch die Ablagerung condensirten Kohlenstoffdampfes verdunkelt; es war kostspielig durch die Anzahl von Elementen aus Zink und Säure; ferner war der Apparat zu voluminös, um transportabel zu sein, und durch die Intensität der Wärme wurden, wenn der Recipient nicht sehr groß war, die ledernen Kappen und Gefüge, in welchen die Drähte eingeschlossen oder eingefittet waren, zerstört, und wandte man geschliffene Platten an, so wurde das Fett flüssig. De la Rive giebt das Verfahren nicht an, wie er seine Gefäße hermetisch verschloß, was einer der schwierigsten Theile der Operation ist. Da ich nicht im Stande war diese Schwierigkeiten befriedigend zu besiegen, gab ich die Sache vor der Hand auf und machte einige Versuche mit einer andern Art galvanischer Beleuchtung, welche mir zur Grubenbeleuchtung tauglicher schien. Die Veröffentlichung derselben wurde verschoben und ich hätte es beinahe vergessen, wäre ich durch obige Artikel nicht daran erinnert worden.

„Ich bediente mich dazu des galvanischen Glühens eines Platindrahtes. Wer nur immer das gewöhnliche Experiment gesehen

hat, wobei Platindraht durch den galvanischen Strom beinahe bis zum Schmelzen erhitzt wird, kann an dem Glanze des davon ausströmenden Lichtes nimmer zweifeln; obgleich er nicht so ist, wie derjenige des galvanischen Lichtbogens (der Kohlenbatterie), so ist das Licht doch zu intensiv, um von dem bloßen Auge ertragen werden zu können und völlig hinreichend für den Bergmann, um dabei zu arbeiten. Mein Verfahren war sonach, eine Platindrahtspirale dem Schmelzpunkt so nahe als thunlich in einem verschlossenen Gefäße mit atmosphärischer Luft oder einem anderen Gase zum Glühen zu bringen, und Folgendes ist einer der von mir hierzu angewandten Apparate, bei dessen Licht ich Stunden lang experimentirte und las. — Eine Platindrahtspirale wird an zwei Kupferdrähten befestigt, deren untere oder vom Platin entfernteste Theile gut gefirnißt sind; letztere werden aufrecht in einem Glase mit destillirtem Wasser befestigt und ein anderes cylindrisches, oben verschlossenes Glas so darüber gestürzt, daß seine offene Mündung auf dem Boden des ersten Glases aufsteht. Die aus dem Glase hervorstehenden Enden der Kupferdrähte werden mit einer galvanischen Batterie (zwei oder drei Paare der Salpetersäure-Combination) in Verbindung gesetzt und der glühende Platindraht in der Glasglocke giebt nun ein anhaltendes Licht, welches ohne Veränderung oder Uebelstand so lange fortdauert, als die Batterie constant fortwirkt; die Länge der Zeit hängt hierbei natürlich von der Quantität des Elektrolyts in den Zellen der Batterie ab. Statt die Kupferdrähte durch Wasser zu leiten, kann man sie auch an den auf die Hälse einer Glasugel festgefitteten metallenen Rappen befestigen.

„Die einzelnen Windungen des Spiraldrahtes müssen einander so nahe stehen, als möglich, weil jede durch ihre Wärme die der nächsten erhöht oder vielmehr die abkühlende Einwirkung der gasförmigen Atmosphäre vermindert; der Draht darf auch nicht zu fein sein, weil er sonst nicht ganz zum Glühen kommt, noch zu dick, weil er dann nicht hinreichend Widerstand leisten und die Bestandtheile der Batterie zu schnell consumiren würde; aus demselben Grunde, nämlich des größern Widerstandes wegen, soll er so lang sein, als die Batterie im Stande ist, ihn in volle Gluth zu bringen.

„Die Spiralforn bietet den Vortheil dar, daß wegen vermindeter Abkühlung durch dieselbe Batterie ein viel längerer Draht in's Glühen gebracht werden kann; durch diese größere Länge des Drahtes wird an dem verzehrbaren Materiale der Batterie gespart und dabei ein größeres Licht hervorgebracht; durch die größere Hitze wird der Widerstand noch weiter vermehrt und die Consumption noch mehr vermindert, so daß, dem gewöhnlichen Resultate entgegengesetzt, die Consumption in dem Maße abnimmt, als die Wirkung erhöht wird. Das Einschließen des Spiraldrahtes in einem Glasrecipienten erhöht ebenfalls die Wärme, das Licht und den Widerstand; erinnere ich mich recht, so schlug Faraday zuerst vor, den Draht in eine Röhre einzuschließen, um ein längeres Stück desselben in's Glühen zu bringen. Endlich sind nur zwei oder drei Zellen erforderlich (bisweilen kann eine einzige schon hinreichen) und der ganze Apparat wird dadurch tragbar und wohlfeil. Das Licht ist vollkommen constant, keinen Schwankungen oder Unterbrechungen unterworfen und die Hitze nicht so außerordentlich, daß der Apparat durch sie zerstört würde.

„Da der Einfluß verschiedener Gase auf die strahlende Wärme ein wichtiger Punct bei der practischen Anwendung des Vorstehenden ist, so hatte ich einige Experimente hierüber begonnen und finde in meinen Notizen Folgendes über die Wirkung von vier verschiedenen Gasen:

Platindraht, durch eine gegebene constante galvanische Batterie in's Glühen gebracht in	Wirkung auf das Auge.
Wasserstoff.	Selbst im Dunkeln nicht sichtbar.
Kohlensäure.	Kirschroth bei Tageslicht.
Sauerstoff.	Weißglühend bei Tageslicht.
Stickstoff.	Ebenso.
Atmosphärische Luft.	Ebenso.

Der Vorschlag Grove's ist, wie schon erwähnt, allerdings berücksichtigungswerther als der von Boussingault und de la

Rive, aber seine vorstehend mitgetheilten Angaben sind doch zu ungenügend, um ein Urtheil über die Sache zu fällen. Das Licht, welches ein bis zum Weißglühen durch den elektrischen Strom erhitzter Platindraht giebt, ist allerdings ein sehr ruhiges und gleichförmiges. In dem abgeschlossenen Raume wird, da hier nur eine sehr geringe Abkühlung Statt finden kann, bei gleicher Stromstärke ein stärkeres Glühen eintreten, als wenn es im offenen Raume Statt finden würde. Auch der Umstand, daß der Platindraht nicht geradlinig ausgespannt, sondern spiralförmig gewunden ist, wird hierzu beitragen, abgesehen davon, daß dadurch ein längerer Draht in einen kleineren Raum gebracht wird. Leider giebt aber Grove nichts Näheres an über die Länge der von ihm angewendeten Drahtspirale, noch über die Stärke des dazu benutzten Platindrahtes. Eben so wenig sagt er etwas Näheres über die Einrichtung seines Apparates überhaupt, sowie was er, als er damit experimentirte, that, woraus man vielleicht auf die Leuchtkraft des Apparates hätte schließen können. Bekannt ist es, daß man mit 2 — 3 constanten Elementen eine Spirale von schwachem Platindraht 2 — 3 Stunden recht gut im Glühen erhalten kann.

Später construirte King einen Apparat zu gleichem Zwecke, bei welchem er aber statt der Platinspirale einen Streifen von sehr dünn gewalztem Platinbleche anwendete, welcher durch den elektrischen Strom glühend gemacht wird. Nachfolgend theilen wir das, was er über seine Erfindung sagt, mit. Für Fälle, wo es keinen Nachtheil bringen kann, daß die Luft zu dem glühenden Platinblech Zutritt hat, ist dasselbe nicht luftdicht abgeschlossen. King meint, daß sein Apparat auch mit Benutzung von Kohlenstäbchen angewendet werden könne. Er sagt darüber im London Journal of arts:

„Meine Erfindung besteht in der Anwendung von Conductoren aus Metall oder Kohlenstoff, welche durch einen elektrischen Strom intensiv erhitzt werden zu den Zwecken der Beleuchtung. Offenbar muß man ein Metall anwenden, welches, während es eine sehr hohe Temperatur zum Schmelzen erfordert, nur eine schwache Verwandtschaft zum Sauerstoff hat und dem Durchgange des elektrischen Stromes einen großen Widerstand darbietet. Ein solches ist das Platin, welches man im Zustande von Platinfolie anwendet; um solche zu erhalten, bringe ich ein Stück Platinblech

zwischen zwei dicke Platten gewalzten Kupfers und walze das Ganze zu einem dünnen Bleche aus; wenn man dann die Kupferplatten auseinander nimmt, hat man eine Platinfolie von ganz gleichförmiger Dicke; auf diese Weise kann man das Platin so dünn erhalten, daß sich die Buchstaben durch dasselbe unterscheiden lassen, wenn man es vor eine gedruckte Seite hält. Man schneidet aus der Platinfolie einen Streifen von solcher Breite, daß sie der Quantität des Stromes proportional ist (diese beträgt für Grove'sche Zellen mit Platinblechen von 3 Zoll Länge und 2 Zoll Breite beiläufig einen Viertelszoll) und von solcher Länge, wie sie der Intensität des Stromes entspricht (welche bekanntlich von der Anzahl der Zellen abhängt); übrigens muß der Streifen durchaus von gleicher Breite sein und einen scharfen Rand haben, weil er sich sonst ungleichmäßig erhitzt und an einem Theile schmilzt, bevor noch die andern Theile eine so hohe Temperatur erreicht haben, wie sie erforderlich ist, um ein glänzendes Licht zu erzeugen.

Der Platinstreifen wird in dem Apparate, welchen Fig. 68, Taf. XV im Durchschnitte zeigt, zwischen zwei Zangen aufgehängt. a ist eine viereckige Stange von Messing, welche auf dem hölzernen Ständer b befestigt ist und an ihrem unteren Ende eine Klemmschraube c hat; auf dieser Stange sind zwei Dillen d, e verschiebbar, welche die Arme f, g führen; letztere endigen mit breiten Zangen, welche mit Platin beschlagen sind und durch gerändelte Schrauben h, i geöffnet oder geschlossen werden können. Der obere Arm f ist an dem oberen Ende der Stange a mittelst der Schraube j befestigt; und die Stellung des unteren Armes g adjustirt man durch Umdrehen der Muttern k, k auf der Schraubenspindel l, welche durch den Arm g geht; die Dille e des Armes g ist mit Elfenbein oder einer sonstigen nicht leitenden Substanz ausgefüllt, damit zwischen diesem Arme und der Stange a keine metallische Verbindung Statt finden kann. m ist der Platinstreifen, welcher von den zwei Stangen gehalten und dadurch in die elektrische Kette eingeschlossen wird, daß man einen der Drähte von der Batterie an der Klemmschraube c, am unteren Ende der Stange a, den anderen Draht aber an der Klemmschraube n am unteren Ende der Spindel l befestigt. Der Strom muß eine beträchtliche Intensität haben und die Entfernung zwischen

den Zangen groß genug sein, daß das Platin nicht schmelzen kann. O ist eine Glasglocke, welche dazu dient, das Platin gegen Luftströme, Staub &c. zu schützen.

Wenn man statt des Platins Kohlenstoff anwendet, so muß man, weil dieser Körper bei hoher Temperatur eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, die Luft und Feuchtigkeit von ihm absperren, was am Besten dadurch geschieht, daß man die Kohle in ein Torricelli'sches Vacuum einschließt. Fig. 69, Tafel XV, ist ein senkrechter Durchschnitt des hierzu dienenden Apparates. a ist eine Glasröhre, wie man sie für Barometer anwendet, nur ist ihr oberes Ende cylindrisch erweitert und an ihrer Spitze ein starker Platindraht in sie eingeschmolzen. Das obere Ende des Drahtes ist mit einer Klemmschraube b versehen und sein unteres Ende in das Eisenstück c geschraubt, an welchem die Stange d befestigt ist; das Stück c ist durch einen Porzellanstab e mit einem ähnlichen Stücke f verbunden, welches die Zange g führt; und das Kohlenstück h wird zwischen den Stangen d und g gehalten; i ist ein Kupferdraht, welcher an dem Stücke f befestigt ist und sich bis an das untere Ende der Röhre erstreckt. Die Röhre wird gerade so wie ein Barometer mit Quecksilber gefüllt; sie sollte beiläufig 30 Zoll lang sein, damit in ihrem erweiterten Theile ein Vacuum entstehe, wenn man die Röhre in einer Schale mit Quecksilber umkehrt. Um das Instrument in die elektrische Kette einzuschließen, verbindet man einen der Drähte von der Batterie mit der Klemmschraube b und den anderen mit einem Drahte, welcher in das Quecksilber in der Schale am unteren Ende der Röhre gesteckt ist. Die Kette ist so durch die Quecksilbersäule ergänzt; wird aber das Quecksilber in der Röhre durch die Bildung von Quecksilberdampf in ihrer cylindrischen Erweiterung herabgedrückt, so bleibt die Verbindung durch den Draht i erhalten. Der Kohlenstoff, welcher in lang gebrauchten Steinkohlengas = Retorten zurückbleibt, eignet sich am Besten zu dieser Art Beleuchtung und kann mittelst der Säge und Feile in Form schmaler Stifte oder dünner Blätter gebracht werden. Da der Kohlenstoff eine sehr hohe Temperatur erträgt, ohne sich zu verflüchtigen, so wendet man ihn an, wenn ein sehr intensives Licht verlangt wird.

Gassenstein, elektrisches Licht.

Will man ein intermittirendes Licht, z. B. für Leuchtthürme, hervorbringen, so unterbricht man den Strom zeitweise durch ein Uhrwerk. Wenn der Apparat in einem Gehäuse gehörig eingeschlossen ist, kann man ihn zum Leuchten unter der See oder zur Beleuchtung von Pulvermagazinen, Bergwerken und überhaupt solchen Räumen benutzen, wo man sich gegen die Entzündung sehr brennbarer oder explodirender Substanzen sichern muß. Ist der Strom stark genug, so können zwei oder mehr Lichter in derselben Kette eingeschaltet werden; nur muß man die Stärke derselben so reguliren — durch Vermehrung oder Verminderung der Armaturen (wenn ein magnet-elektrischer Apparat angewandt wird) oder der Anzahl von Zellen (wenn man eine Volta'sche Batterie benutzt) — daß der vereinigte Widerstand der Platin- oder Kohlenstoffstreifen hinreichend ist, den Durchgang einer Quantität von Elektrizität, wodurch sie zerstört werden müßten, zu verhindern.

Beide Apparate, der von Grove und von King sind, so brauchbar sie auch wohl in einzelnen Fällen sein mögen, doch immer noch viel zu complicirt und deßhalb für die Grubenarbeiter zu schwierig zu behandeln, vor Allem aber auch zu kostspielig in der Unterhaltung; sie werden daher die einfache und so billig zu unterhaltende Davy'sche Sicherheitslampe nicht verdrängen, namentlich da dieselbe neuerlich eine wesentliche Verbesserung dadurch erhalten hat, daß das Drahtnetz die Flamme nicht unmittelbar umgiebt, sondern dasselbe sich über derselben befindet. Die Flamme, die nun in einem Glasballon sich befindet, leuchtet so natürlich viel besser.

Im Moniteur industriel macht Sainte-Preuve den Vorschlag das intensive Licht des elektrischen Bogens auf den Eisenbahnen zu benutzen, um Unglücksfälle zu verhüten. Er meint, durch dioptrische oder katoptrische Vorrichtungen, mehr oder weniger conisch divergirend, cylindrisch oder conisch convergirend gemacht, könne das elektrische Licht in weiter Ferne gesehen werden. Eine andere Art der Warnung könnte durch Zurückwerfung des Lichtbündels auf feste Körper, welche sich in geeigneter Entfernung von der Bahn befinden, erzielt werden. Die Locomotivenführer oder die auf den Wägen befindlichen Conducteure könnten nöthigenfalls dem Lichtbündel die erforderliche Rich-

tung geben. Vielleicht würde auch für beide Fälle die Anwendung eines zeitweise wirkenden (intermittirenden) Lichtes zweckmäßig sein. Die Aufstellung einer compendiösen elektrischen Batterie auf dem Zuge würde keine Schwierigkeit machen.

Auch am Bord der Schiffe könnte man sich des elektrischen Lichtes bedienen, um das Zusammenstoßen mit andern Schiffen zu verhindern, um Riffe und Untiefen zu erhellen und Nachtsignale zu geben. Die Signale wären am Bord der Schiffe leicht zu geben, weil man nur längs der Rahen und Mastbäume angebrachte Metalldrähte intermittirend mit der galvanischen Batterie in Verbindung zu setzen brauchte.

Daß das elektrische Licht für die Schifffahrt von unberechenbarem Nutzen werden könnte, unterliegt wohl keinen Zweifel. Das Werkchen, welches die Beleuchtungsapparate von Lacasfagne und Thiers beschreibt, enthält einen Artikel des Journals „Siècle“ welcher viel Wahres enthält; wir lassen denselben hier folgen.

Nachdem das genannte Journal den Schiffbruch des Lyonnais erzählt und die darauf folgenden Verluste des Pacific und der City of Philadelphia beklagt, fügt es hinzu: „Muß man sich bei solchen Unglücksfällen nicht fragen, ob es genügt, den pecuniären Schaden, welche sie herbeiführen, zu ersetzen, oder ob es nicht vielmehr ermöglicht werden könnte, sie zu verhüten? Was uns betrifft, so glauben wir, daß die Wissenschaft den Menschen die Schugmittel bietet, um jene drohenden Gefahren zu beseitigen. Es dreht sich hier nur allein um Geldopfer.

„Erinnern wir uns daran, daß alle Collisionen der erwähnten Art, so weit sie zu unserer Kenntniß kamen, nur zur Nachtzeit Statt fanden, wo der Horizont dunkel und ringsum Finsterniß war, läßt es sich da verkennen, daß es zu ihrer Verhütung genügt haben würde, wenn das Meer rings um das Schiff bis zu einer gewissen Entfernung beleuchtet gewesen wäre? Nun, diese künstliche Beleuchtung, diesen tragbaren Tag, mit welchem sich die Dampfschiffe umgeben könnten, wie mit einer Lichtatmosphäre, scheint uns nicht unmöglich in das Leben zu rufen. Warum sollten die großen atlantischen Dampfschiffe nicht mit einem kräftigen Apparate versehen werden können, durch welchen, mittelst des elek-

trischen Kohlenlichtes in jeder Nacht, von der Höhe des großen Mastes herab, das Schiff beleuchtet werden könnte und seine Strahlen selbst noch mehrere Kilometer in der Runde den Raum erhellen?

„Nach den jetzigen Bestimmungen müssen die Dampfschiffe oben auf ihrem großen Maste ein glänzendes Licht und farbige Leuchten am Backbord und Steuerbord haben; aber es ist ein ungeheurer Unterschied zwischen gewöhnlichem Lichte und dem elektrischen Kohlenlichte. Ein Schiff, beleuchtet durch elektrisches Licht, wodurch alle seine Theile in grellem Lichte hervortreten, müßte allen sich ihm nähernden Schiffen bemerkbar werden, und zwar um so mehr, als diese selbst von dem elektrischen Lichte getroffen würden. Es würde dann unmöglich sein, daß ein Zusammenstoßen der Schiffe vorkäme, denn man würde zeitig genug vor der Gefahr gewarnt, um sie zu vermeiden.

„Der Dampf und die Electricität sind Schwestern und es scheint, daß sie sich gegenseitig unterstützen und heben müßten, auf dem Meere, wie auf dem Lande.

„Sollte man wirklich zweifelhaft sein, ob das von uns vorgeschlagene Mittel den erwähnten Erfolg haben könnte, so würde es doch jedenfalls der Mühe lohnen, Versuche über diesen Gegenstand auszuführen. Erlauben es die Umstände nicht, diese Versuche auf den Staatsschiffen anzustellen, so könnte man sie ja am Bord der Paquetboote der französisch-amerikanischen Compagnie bei den Ueberfahrten machen und zwar unter den zeitlichen und örtlichen Bedingungen, unter denen der Apparat später angewendet werden würde.

„Gelingen die Versuche und würde durch dieselben nachgewiesen, was wir als höchst wahrscheinlich annehmen müssen, so würde daraus für die Schifffahrt ein ungeheurer Gewinn erlangt werden. Es ist in der That überraschend, daß man bis jetzt noch nicht daran gedacht hat, solche Versuche in umfassendem Maßstabe anzustellen.

„Das, was bis jetzt in dieser Richtung geschehen, ist nur unbedeutend. Nach den Mittheilungen, welche sich in dem Werkchen über Lacassagne's und Thiers Methode der elektrischen Beleuchtung Seite 136 finden, und welche der Gazette du Midi ent-

nommen sind, wurden einige darauf bezügliche Versuche in Toulon vor einer vom Marineminister niedergesetzten Commission angestellt. Die Versuche hatten zunächst den Zweck, zu ermitteln, bis zu welcher Entfernung das elektrische Kohlenlicht seine Leuchtkraft auf dem Meere ausübe, und in welchem Verhältnisse es zur Leuchtkraft der jetzt gebräuchlichen Einrichtungen auf den Leuchttürmen stehe. Die Versuche wurden im Mai 1857 zu Mourillon auf dem Thurm Lambert, genannt Malakoff, in einer Höhe von acht Stagen angestellt. Vom höchsten Punkte dieses Gebäudes richtete man Anfangs das Licht auf die russischen Kriegsschiffe und auf die französische Flotte, wo Marineofficiere beauftragt waren, Beobachtungen anzustellen, um zu ermitteln, ob das Licht für Leuchttürme, Signale nach der See, Leuchttürme an Schiffsbord, zu militärischen Recognoscirungen, u. s. w. brauchbar sei. Bei einem zweiten Versuche wurde das Licht auf den Pulverthurm von Goulbran und das Fort Malbousquet gerichtet, wohin sich die Commission begeben hatte. Man untersuchte die Brauchbarkeit der Beleuchtung für Befestigungszugänge, Wälle, Bastionen und Befestigungen zur Vertheidigung und zur Attaque. Bei einem dritten Versuche richtete man das Licht auf Saint-Mandria und auf die Werfte von la Seyne und die Quais dieser kleinen Stadt. Die Mitglieder der Commission folgten in einem Kahne dem Gange des Lichtes, welches die Experimentatoren von Viertelstunde zu Viertelstunde schwächer zu machen beauftragt waren. Mit diesen Versuchen war der Zweck verbunden, die Wirkung des elektrischen Lichtes zu prüfen bei Beleuchtung von Durchgängen, Meerengen, Eingängen von Rheden, als Mittel um ein Ueberrumpeln von Seiten des Feindes in Kriegszeiten zu verhindern. Endlich wurde auch der Apparat in der vierten Etage eines Hauses am Hafen, gegenüber der Consigne aufgestellt und während des ganzen Abends bis 11 Uhr der Quai vollständig erleuchtet. Die Commission beobachtete dabei die Wirkung des Lichtes zur Beleuchtung von Küsten und Häfen, die Brauchbarkeit beim Ein- und Ausschiffen, bei militärischen Manövern, Zurüstungen, u. s. w.

Daß die elektrische Beleuchtung mit großem Vortheil bei nächtlichen Arbeiten in den Docks verwendet werden kann, erwähnten

und zwar, *Journal des Mines*, 1857, 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

wir schon; ebenso würde sie auch zur Beleuchtung der Hafen-Bassins und anderer großen Räumlichkeiten benutzt werden können.

Nach den Angaben des erwähnten Berichtes sind alle die angestellten eben erwähnten Versuche von der genannten Commission als vollkommen gelungen bezeichnet worden; da aber bis jetzt nichts weiter darüber bekannt worden ist und die Sache keinen weitem practischen Erfolg gehabt hat, so mag doch wohl noch manches Hinderniß vorhanden sein; um die Sache wirklich zur Ausführung zu bringen.

Das mehrgenannte Werkchen über die elektrische Beleuchtungsmethode von Lacassagne und Thiers, enthält unter andern auch einen Artikel über die Benutzung des elektrischen Kohlenlichtes für Leuchtthürme und zur Beleuchtung für Seehäfen von dem Civilingenieur L. Petitpierre-Pellion, welchen wir hier anschließen:

„Man hat sich seit einiger Zeit viel mit der Beleuchtung durch Electricität beschäftigt; wir haben selbst vor Kurzem die interessantesten Experimente, inmitten der Lyoner Bevölkerung, gemacht, beschrieben und haben einige der Hauptverwendungen aufgezählt, die dieses fruchtbare Verfahren haben kann. Es sind nicht die einzigen; aber unter ihnen ist eine, die doppelt das Wohlsein der Menschheit berührt, weil sie die Zahl der Unglücksfälle vermindern kann, welche unsere Seeannalen veröffentlichen. Wenn wirklich vom Gesichtspuncte des Volksreichthums die Ladung eines Schiffes von Bedeutung, vom Gesichtspuncte der Menschlichkeit ist das Leben eines Menschen es jedenfalls noch mehr.

„Wir beabsichtigen, wie man wohl errathen wird, von der Beleuchtung der Leuchtthürme und Seehäfen zu sprechen. Diese Frage ist nicht allein eine Frage des industriellen Fortschritts, sondern eine Frage der Moralität und Menschlichkeit. Gewiß schon viel hat die Wissenschaft gethan: Borda, Fresnel, Arago in der Erfindung, das Ingenieurscorps in der Anwendung, die Werkstätten von Choisy-le-Roi in der Ausführung, und endlich Soleil und Lepeaute in der Construction der Apparate, alle haben herrliche Mittel zur Hebung der Schifffahrt geliefert; so giebt es, unabhängig von der Erkenntlichkeit, die man ihnen in der gesammten Industrie schuldet, nicht eine Mutter, nicht eine

Schwester, die ihnen nicht ihren Segen gebe, denn es ist vielleicht nicht eine von ihnen, welche denselben nicht das Leben eines Vaters oder Sohnes schuldet. Es heißt auf dem von allen diesen Männern von Genie gezeichneten Wege gehen, wenn man ihnen ein neues Element zur Lösung der Fragen des von ihnen aufgestellten wissenschaftlichen Programmes liefert, zur Lösung des Gesamtproblems.

„Die erste von Arago und Fresnel aufgestellte Aufgabe war folgende:

„Dem Lichte bei möglichst geringem Volumen die größtmögliche Intensität zu geben.

„Jeder kennt die Gründe, die diese Bedingungen zur Nothwendigkeit machen. Die Tragweite der Leuchtthürme, die nach ihrer Höhe auf 10—11 Lieues gehen sollte, die aber selbst bei hellem Wetter geringer ist, wird noch viel geringer bei Nebel. Substituirt man nun dem jetzigen Lichte ein intensiveres, so wird die Sichtbarkeit des Leuchtthurms eine mindestens der Tragweite gleiche Länge erhalten, wie auch der Zustand der Atmosphäre sei. Wenn man die Statistik der Schiffbrüche befragt, kann man sich überzeugen, daß der Nebel eine der Hauptursachen der Unglücksfälle ist, und daß die Abhülfe solcher Uebelstände für den Handel reellen Werth hat und daß man dem Lande dadurch nützliche Menschen erhält. Aber nicht allein die Intensität des Lichtes ist durch die neuen Verfahren viel größer, als das der jetzigen Leuchtthürme erster Ordnung, sondern die Lichtquelle ist auch auf einen viel geringeren Raum beschränkt. Wirklich die Lichtbogen zwischen den Elektroden haben höchstens 2 Millimeter. Die concentrischen Dargent dagegen, die zur Beleuchtung der Leuchtthürme dienen, haben einen beträchtlichen Durchmesser. Dieser Umstand nun ist ein Hinderniß für die Vollkommenheit des Leuchtthurms und zwar aus folgendem Grunde: Die metallischen Reflectoren absorbiren ungefähr die Hälfte des ausgestrahlten Lichtes. Fresnel hat ihnen daher Linsen mit Kugeln substituiert; d. h., anstatt ein cylindrisches Lichtbündel oder eine Lichtfläche durch Reflexion zu erhalten, erhält er es durch Refraction. Dieses Verfahren hatte zum Zwecke, dem Lichte eine größere Tragweite, eine größere Kraft der Durchdringung zu ertheilen; nichtsdestoweniger ist für eine neblige Atmosphäre die so erreichte Intensität noch zu gering. Die Construction dieser diop-

trischen Apparate beruht ganz auf der Vollkommenheit der geometrischen Oberflächen der Linsen. Die Construction dieser Oberflächen hängt von der Richtung der Strahlen ab, die von einem gemeinschaftlichen Centrum ausgehen, welches der Lichtheerd ist und wissenschaftlich bezeichnet müßte dieses Centrum ein Punct sein. Der Apparat wird also um so genauer sein, je geringere Ausdehnung bei gleicher Intensität die Lichtquelle hat. Gibt es nun wohl jetzt eine Lichtquelle, die besser diese Bedingung erfüllt, als das elektrische Licht? Nein!

„Warum hat man es noch nicht anzuwenden versucht? Weil man noch bisher keine Mittel hatte, es zu fixiren, es gleichförmig zu machen, ununterbrochen und von hinreichender Dauer und weil die Unterbrechung des Lichtes auf Leuchtthürmen schwere Unglücksfälle zur Folge haben könnte. Erstens könnte ein längeres Aufhören des elektrischen Lichtes über die Stellung der festen Feuer täuschen*); wechselnde Unterbrechungen könnten mit Eclipsen verwechselt werden und zu Irrthum nicht über die Entfernung, aber über die Lage der Leuchtthürme führen. Endlich könnte periodisches Funkeln verwechselt werden mit dem wechselnden Glänzen. Die Anwendung der elektrischen Beleuchtung für die Küsten war also nicht möglich, so lange man nicht das doppelte Problem der Festigkeit und Dauer gelöst hatte, wie die Herren Lacassagne und Thiers es nun gethan haben. —

„Man wird vielleicht den Einwurf machen, daß die elektrischen Apparate nicht frei von Störung seien?

„Es können alle Apparate ohne Unterschied durch eine nicht vorher gesehene und unmöglich vorherzusehende Ursache einer augenblicklichen Störung unterworfen sein.

„Die ganze Frage ist, zu wissen, ob diese Störungen eine hinreichende Ursache sind, die Anwendung zu verhindern, mit andern Worten: 1) ob sie häufiger sind, als bei den bisher ge-

*) Es giebt drei Arten Leuchtthürme: mit unveränderlichen Feuern, mit Eclipsen, d. h., Licht mit welches in bestimmten Zwischenräumen unterbrochen wird, und mit wechselndem Glanz, d. h., deren Licht zu bestimmten Zeiten und allmählig für alle Puncte, nach welchen sie Licht ausstrahlen, intensiver wird.

Diese Eigenschaften dienen zu ihrer Erkennung.

brauchten Apparaten; 2) ob es ebenso leicht ist, sie zu verhüten. Nun, alle Welt giebt zu, daß ein Apparat um so weniger Störungen erleidet, je einfacher er ist.

„In einem Leuchtthurme erster Ordnung giebt es vier concentrische Dochte, gespeist mit Del durch Pumpen, die ein Uhrwerk in Bewegung setzt. Das ist genau das System der Carcel'schen Lampen, dem man die Moderateurlampen substituirt hat, weil sie einfacher und weniger Störungen unterworfen sind. Bei Anwendung der elektrischen Beleuchtung besteht der ganze Mechanismus in einem Hebel und einem Ventile und dieses Organ functionirt durch den Strom selbst. Ein Aufhören könnte nur durch Unterbrechung des Stromes erfolgen und die Unterbrechung des Stromes, der die Wirkung des Apparates selbst erzeugt, würde im schlimmsten Falle eine Stockung von einigen Secunden herbeiführen. Uebrigens könnte für einen solchen Fall der Regulatorapparat eine Glocke ertönen lassen, wie auf den Telegraphenbüreaus, um den Wächter davon zu benachrichtigen.

„Die Störung ist bei dem jetzigen Systeme auf analoge, aber weniger prompte Weise vorgesehen. Wenn das Del nicht mehr in genügender Menge zufließt, entleert sich nach einer bestimmten Zeit ein Napf, der das Ueberfließende aufnimmt, und hebt den Drücker eines Schlagwerkes aus. Der Hebel eines Elektromagneten würde augenblicklich wirken, aber was bemerkenswerther ist, er würde selbst die gestörte Function herstellen.

„Eigentlich könnte man fragen, was prompter und leichter sei, eine complicirte Lampe zu ersetzen oder in eine Hülse einen Kohlenstift einzuschieben und eine Schraube anzuziehen, was nicht eine Minute verlangt.

„Man wird vielleicht sagen, daß man für jedes Leuchtfeuer einer Batterie bedürfe: das ist auch unsere Meinung; aber vergessen wir nicht, daß man eigentlich sie von einem Centralherde aus erleuchten könnte, und daß die Leitdrähte, wenn man die Leuchtthürme in einer Entfernung voneinander von 6 Lieues annimmt, für die Beleuchtung von 20 Leuchtthürmen nicht länger zu sein brauchen, als die Telegraphenfäden von Paris nach Lyon.

„Endlich hat man für die Leuchtthürme dritter Ordnung die farbigen Gläser ohne Erfolg versucht. Man hat darauf verzichtet,

trog der Vortheile, die sie in gewissen Beziehungen boten, weil die farbigen Gläser viel Licht absorbiren und die Atmosphäre, in Betracht des geringen Durchdringens der so modificirten Strahlen, deren Nuance merklich ändert. Es ist wahrscheinlich, daß das elektrische Licht, das ja von viel größerer Intensität ist, diese Farbumwandlung erleiden könnte, dabei aber noch in genügender Entfernung sichtbar bleiben würde, ohne Veränderung durch den Einfluß atmosphärischer Zustände.

„Was die öconomische Frage anlangt, denken wir nicht, daß ein Leuchthurm erster Ordnung 7 — 800 Frs. kosten würde, die er jetzt kostet.

„Das ist für die Leuchthürme.

„Aber die Leuchthürme haben nicht zum Zwecke, zu beleuchten; sie haben zum Zwecke, gewisse Punkte für die Schiffe zu bestimmen, so zu sagen künstliche Sternbilder zu schaffen von unveränderlicher Stellung, aber von wechselndem Anblick je nach dem Plaze, den das Schiff inne hat. Aus Combinationen, welche hierauf begründet sind, kann der Capitän seine Stellung auf einige Meilen von den Küsten bestimmen.

„Könnte man nicht, im Besitze einer Quelle so intensiven Lichtes, noch mehr zu thun suchen? Könnte man nicht, wenn nicht die Küsten, wenigstens die Häfen beleuchten, d. h., die ausgedehnten Umgränzungen, wo sich alle die wichtigsten Verrichtungen der Handels- und Kriegsmarine concentriren?

„Wir wissen wohl, daß Manöver beim dunkelsten Wetter in offener See sich ausführen lassen; aber ist es deßhalb nicht wahr, daß sie sich besser, leichter, und überhaupt schneller bei hellem Tage ausführen lassen? Sprechen wir nicht von hoher See und stürmischem Wetter, das sind Uebel die man bis zu einer neuen Ordnung der Dinge erleiden muß, bis man die Schiffe selbst beleuchten kann; nehmen wir einen Hafen, einen Handelshafen, und nehmen wir an, daß man mittelst einer bestimmten Zahl zweckmäßig aufgestellter elektrischer Lampen, gut gemachter Reflectoren, das Bassin so erleuchtet, daß man daselbst so sieht, wie man an den Märzabenden bei elektrischer Beleuchtung inmitten der rue Impériale zu Lyon sah.

„Ist es dann nicht wahr, daß die Arbeiten, die Nachts aufhören, fortgesetzt werden könnten? Könnte die Douane nicht, ohne Vermehrung der Kosten, einen Theil ihrer Untersuchungen fortsetzen und die Ausladungen überwachen, für den Tag die Untersuchung des Schiffes und für die Nacht die Landung der Waaren vorbehaltend, mit einem Worte, den Dienst auf die bequemste Weise eintheilen, um dessen Ausführung bei Tag und Nacht zu beschleunigen? Würde sich das Lichten der Anker nicht leichter machen lassen? Ist es endlich nicht unzweifelhaft, daß diejenigen Arbeiten, die nothgedrungen jetzt bei Nacht ausgeführt werden, bei Tag mit größerer Schnelligkeit und Sicherheit ausgeführt würden? Nun, Zeit ist Geld! und übrigens in den Häfen des Oceans muß man oft, um sie zu verlassen, die Stunden von Ebbe und Fluth abwarten, aber die Ebbe und Fluth wartet nicht; einige gewonnene Stunden sichern oft völlig die Schnelligkeit einer Reise. Erwähnen wir noch, daß auch der Staat dabei durch eine leichtere und sichere Ueberwachung seine Rechnung finden würde.

„Würde man endlich eine zu weit gehende Hypothese wagen, wenn man die Möglichkeit einer Beleuchtung des Canales de la Manche durch das Licht einiger Leuchttürme annimmt? Der Ingenieur, dessen Aufgabe es ist, die vom Publicum unbemerkten Schwierigkeiten zu erfassen, muß auch deren Lösungen erkennen und man kommt zur Ueberzeugung, daß für die industrielle Verwendung mit Zeit und Geld keine eigentlichen Schwierigkeiten existiren.

„Unsere französischen Ingenieure haben schwierigere, mißlichere Arbeiten ausgeführt, als die Construction von Leuchttürmen mitten im Meere, um so besser, als die Tiefe des Canales de la Manche nicht sehr beträchtlich ist und die Tragweite des elektrischen Lichtes hinreicht, daß man jetzt den Meeresarm, von dem wir sprechen, durch den Küsten hinreichend nahe Leuchttürme beleuchten kann.

„Der Fortschritt hat nur rationelle Hindernisse, absolute Unmöglichkeiten zur Grenze, d. h. solche, die aus einem Widerspruch mit den nothwendigen Principien der Wissenschaft hervorgehen; aber außen dieser giebt es für den Menschen keine wirkliche Unmöglichkeit, es giebt nur Schwierigkeiten und es ist das Eigen-

thümliche einer Schwierigkeit, daß sie sehr nahe daran ist, an dem Tage zu verschwinden, wo man sie klar erkennt.

Zur Benützung des elektrischen Kohlenlichtes bei Arbeiten unter dem Wasser sind in England verschiedene Versuche angestellt worden. In Amerika hat man es benützt, um den Tauchern Licht zu verschaffen, wenn sie auf dem Meeresgrunde nach Schätzen suchen. Die außerordentlich bequem eingerichteten Taucherglocken sind mit Pumpwerken versehen, von denen das eine dem abgeschlossenen Raume frische Luft zuführt, während ein anderes die unbrauchbar gewordene Luft entfernt. Von Außen werden in die Glocke elektrische Leitungsdrähte eingeführt, welche mit einer auf einem Schiffe befindlichen Batterie in Verbindung stehen. Die Vorrichtung zur Erzeugung des Kohlenlichtes ist in der Taucherglocke; wurde sie in Thätigkeit gesetzt, so war ein Umkreis erleuchtet von 40 Fuß im Halbmesser. Auch selbst zur Nachtzeit war die Beleuchtung tief unter dem Wasser sehr intensiv.

Dumoulin schlägt vor, das elektrische Licht beim Fischfange zu verwenden. Er sagt in den *Comptes rendus*: „In mehreren Ländern wird bekanntlich der Fischfang, namentlich der Fang von Thunfischen, Lachsen u. s. w., während der Nacht ausgeführt, mittelst Feuer, die man am Bordertheile des Rahnes anzündet; ich glaube, daß man ohne Vergleich sicherere und vortheilhaftere Resultate erzielen würde, wenn man das Innere des Meeres mit dem elektrischen Lichte beleuchtete. Das Verfahren, welches ich vorschlage, besteht in der Anwendung einer Glaskugel, in deren Inneres zwei Leitungsdrähte einer galvanischen Batterie hineinreichen, wo sie mit Stäbchen von harter Kohle versehen sind. Diese Drähte sind mit Guttapercha überzogen. Die Glaskugel ist als Ballast mit einem Schwimmer versehen, um sie nach Belieben in einer gewissen Tiefe des Meerwassers erhalten zu können. Die elektrischen Batterien werden in dem Fischerkahn angebracht; nachdem die Batterie in Thätigkeit ist, schleudert man die Glaskugel auf die gewünschte Entfernung, das Meer wird so in seiner Tiefe und in einem großen Umfange beleuchtet und durch dieses lebhafteste Licht der Fisch in der Nachtzeit herbeigelockt. Andere mit Netzen ausgerüstete Rachen umgeben die Stelle, welche

beleuchtet ist und indem sie nach der Stelle hinsteuern, wo die Kugel eingesenkt wurde, sammeln sie die leicht zu erkennenden Fische.

Am Bekanntesten im Publicum ist die Anwendung des elektrischen Kohlenlichtes auf den Bühnen zur Darstellung des Sonnenaufganges, wie wir schon früher anführten. Es läßt sich dazu jeder Apparat verwenden, bei welchem durch die Thätigkeit des elektrischen Stromes die constante Entfernung der Kohlenspitzen voneinander erhalten wird. Der Apparat steht auf einer Vorrichtung, welche mit dem Hintergrunde auf der Bühne, der an der Stelle, wo der Spiegel des Apparates steht, eine kreisförmige Oeffnung von der scheinbaren Größe der Sonnenscheibe hat, verbunden ist. Vor dem Hintergrunde, welcher einen schwach bewölkten Himmel darstellt, sind Versetzstücke aufgestellt, Gebüsch und Bäume darstellend. Sobald der Apparat in Thätigkeit versetzt ist, hebt sich der Hintergrund und mit ihm der Sonnenapparat. Das elektrische Licht, Anfangs von Versetzstücken bedeckt, kommt endlich über dieselben hervor und nun strahlt die ganze Spiegelfläche ihr volles Licht, welches sie von dem in ihrem Brennpuncte befindlichen Lichtbogen empfängt und reflectirt über die Bühne und den ganzen Zuschauerraum aus. Häufig benutzt man auf den Bühnen jetzt auch zu andern Zwecken das elektrische Kohlenlicht, sobald es nämlich darauf ankommt, ein recht grelles Licht wirken zu lassen.

Man hat ferner auch Versuche gemacht, das elektrische Licht zur Photographie zu benutzen. Der Chemiker A. Schröder in Leipzig und der Photograph Schaufuß daselbst veröffentlichten im Märzhefte des Dingler'schen polytechnischen Journals 1858 darüber Folgendes:

„Ohne uns in nähere Betrachtungen über die genügend bekannte Erscheinung des elektrischen Lichtes und in Hoffnungen über die Tragweite unserer übrigens noch unvollkommenen Versuche zu ergehen, begnügen wir uns, den einfachen Thatbestand derselben mitzutheilen.

Wir benutzten zur Erzeugung des Lichtes eine Bunsen'sche (Zink-Kohlen-) Batterie von 41 Elementen, deren Kohlencylinder von 8 Zoll Höhe und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke durch allmähliges Austrocknen

der Hälfte der Salpetersäure in ihrer elektromotorischen Kraft bedeutend geschwächt und deren Zinkflüssigkeit schon gebraucht war. Die Kohlenspitzen (Kohlenstäbchen), welche ohngefähr $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrate stark waren, gaben deßhalb keinen Lichtbogen, sondern wurden eben nur durch fortwährenden Contact im Weißglühen erhalten. Zum Gegenstande nahmen wir eine Photographie des Mechanicus Stöhrer und stellten ihr in einer Entfernung von zwei Schritten gegenüber das Objectiv und den Lichtregulator nebeneinander auf. Als Reflector diente ein versilberter Planspiegel, welcher etwas seitlich gedreht, das Bild vollständig beleuchtete. Damit von dem Lichte keine Strahlen seitwärts in das Objectiv gelangen konnten, wurde ein Bogen Pappe zwischen den beiden Apparaten angebracht. Wir erhielten so in zwei Minuten ein scharfes Negativ. Das später von einer lebenden Person erhaltene war bedeutend matter und trug alle Fehler einer einseitigen Beleuchtung an sich; da nämlich die Lichtstrahlen die sitzende Person nur von einer Seite beleuchten konnten, so blieb die andere Seite im Dunkeln und es erzeugte sich an der weißen Wand ein tiefschwarzer Schatten, der sich selbst verständlich auch auf dem negativen Bilde wiedergeben mußte.

„Trotz der Unvollkommenheiten, die der ganze Versuch an sich trug, beschloßen wir, durch den günstigen Erfolg aufgemuntert, am folgenden Abende bei stärkerer Beleuchtung eine Wiederholung desselben eintreten zu lassen. Um eine größere Helligkeit zu erzielen, wurde die alte Zinkflüssigkeit der Batterie durch eine neue ersetzt und die Salpetersäure der Kohlen mit concentrirter vermehrt, wodurch wir einen constanten Lichtbogen von einer Linie erhielten. Mechanicus Stöhrer, in dessen Beisein dieser zweite Versuch geschah, rieth, statt des Metallspiegels einen weißen Bogen Papier zu nehmen und wir erlangten, nachdem Alles wie am vergangenen Abende geordnet war, bei gleichförmiger Beleuchtung in Zeit von zwei Minuten von demselben vorhin erwähnten Portrait ein so scharfes Negativ, daß Schaufuß erklärte, es bei Tageslicht nicht besser anfertigen zu können. Darauf versuchten wir noch einmal, eine lebende Person aufzunehmen und erhielten in derselben Zeit ein negatives Bild von größerer Schärfe, aber mit denselben Fehlern der Beleuchtung behaftet. Bei dem dritten Versuche, der drei

Tage später gemacht wurde, suchten wir positive Copien anzufertigen, indem wir hinter das Licht wieder ein weißes Papier und vor dasselbe in einer Entfernung von drei Fuß den Bilderrahmen aufstellten. Wir erlangten in zehn Minuten deutliche positive Bilder, die jedoch zum Fixiren zu schwach waren.

„Wir haben somit dargethan, daß bei elektrischem Lichte, wenn der Lichtbogen von $\frac{1}{2}$ Zoll starken Kohlenstäbchen ohngefähr eine Linie beträgt, von Bildern die schärfsten Negative aufzunehmen sind, daß ferner bei ohngefähr doppelt verstärktem Lichte lebende Personen aufgenommen und positive Copien gemacht werden können, nur müßte bei Personen die einseitige, die Schlagschatten erzeugende Beleuchtung vermieden werden, welches entweder durch eine der ersteren gegenüber anzubringende zweite schwächere Flamme, oder statt dieser durch eine reflectirende weiße Fläche geschehen könnte.

Schau fuß hat von den negativen Portraits des Mechanicus Stöhrer im Sonnenlichte positive Copien angefertigt, die, obgleich ohne Retouche, sich durch ihre bewundernswürdige Reinheit auszeichnen.

Was die Herren Schröder und Schau fuß hier mittheilen, ist etwas lange Bekanntes und, nachdem man die chemische Wirksamkeit des elektrischen Lichtes kennen gelernt hatte, Selbstverständliches. Die ausgezeichneten chemischen Wirkungen des elektrischen Lichtes rühren nämlich daher, daß es sehr reich an blauen, violetten und ultravioletten Strahlen ist. Es geht dieß auch daraus hervor, daß die eigenthümlichen Farbenerscheinungen fluorescirender Körper bei einer Beleuchtung durch das galvanische Licht sehr schön hervortreten. Ich selbst habe bereits im Jahre 1852, als ich einen durch Versuche erläuterten Vortrag über das elektrische Licht hielt und dazu eine Zink-Eisenbatterie von 60 Elementen zusammengestellt hatte, mit Hülfe eines Regulators von Deleuil Versuche mit dem Photographen Herrn Buttstädt in Gotha angestellt. Wir erhielten ausgezeichnete negative Bilder, die dann in bekannter Weise als positive Copien vervielfältigt wurden. Mehrere dieser Bilder sind noch in meinem Besitze. Unbegreiflich ist mir die Länge der Zeit, welche bei den Versuchen von Schröder und Schau fuß erforderlich war, um ein negatives Bild zu erhalten. Sie

brauchten 2 Minuten, wir dagegen nur 15 Secunden und bei einem zweiten Versuche nur 12 Sec. Herr Buttstädt, als ausgezeichneter Photograph bekannt, erklärte die Bilder für vollkommen gut, bis auf die Fehler, welche durch die einseitige Beleuchtung bedingt wurden. Wir haben nur Versuche mit lebenden Personen gemacht, denn daß man von Bildern gute photographische Copien erhält, war ja bekannt. Bei später angestellten Versuchen wurde das elektrische Licht innerhalb einer mattgeschliffenen Glasugel erzeugt und die Beleuchtung war so viel geeigneter zur Aufnahme von photographischen Bildern. Die Bilder, welche wir erhielten, sind scharf und kräftig, ohne Retouche und haben nur das Unangenehme, daß die Schatten zu grell gegen die Lichtstellen hervortreten. Es ist übrigens keinem Zweifel unterworfen, daß mit Hülfe des elektrischen Lichtes jeder Anforderung genügende Photographien hergestellt werden können, denn eine gleichmäßigere Vertheilung des Lichtes, zur Vermeidung der grellen Schlagschatten, ist leicht zu erreichen. Da aber das Tageslicht für den Photographen billiger ist, so wird es schwerlich durch das elektrische leicht verdrängt werden.

Das elektrische Licht ist ferner verwendet worden zur Darstellung von sogenannten Nebelbildern und Chromatropen. Jedermann weiß, daß bei Beleuchtung der auf Glas mit transparenten Farben gemalten Bilder gewöhnlich das Drummond'sche Licht benutzt wird, welches man erhält, indem man Sauerstoffgas und Wasserstoffgas (Knallgas) brennend auf einen Kreidecylinder leitet, welcher letztere dann weißglühend wird und das bekannte, schöne, intensive Licht ausstrahlt. So intensiv dieses Licht auch ist, so genügt es dennoch häufig nicht, da die farbigen Bilder viel Licht zurückhalten und die vergrößerten Darstellungen dieser Bilder auf der weißen Zeugfläche sind daher häufig nicht hell genug. Mit Hülfe des elektrischen Lichtes dagegen, welches sehr bedeutend intensiver ist, als das Drummond'sche Licht, ist die Beleuchtung der Glasbilder so vollständig, daß man die schärfsten und klarsten Darstellungen erhält.

Mit großem Vortheil hat man endlich noch das elektrische Kohlenlicht benutzt zur Beleuchtung mikroskopischer Objecte, welche sich auf einer weißen Wand, wie beim Sonnen-

mikroskop, als vergrößerte Bilder darstellen sollen. Man hat hierzu gleichfalls das Drummond'sche Licht benutzt, aber gerade für diesen Zweck ist das intensivste Licht, also das elektrische, am Zweckmäßigsten zu verwenden. Man erhält dadurch Bilder von einer Reinheit und Schärfe, welche nichts zu wünschen übrig lassen. Der optische Theil eines solchen Mikroskopes muß freilich eine von dem gewöhnlichen Sonnenmikroskop und auch von dem des Hydrogen-Drygengasmikroskopes verschiedene sein. Die beste Einrichtung, welche wir kennen, ist die von Donné und Foucault. Sie theilen darüber im Bulletin de la Société d'Encouragement Folgendes mit:

„Bei seinem ersten Entstehen war das Sonnenmikroskop noch sehr unvollkommen, seitdem erhielt es große Verbesserungen; allein je mehr es sich vervollkommnete, desto mehr schien es sich auf eine bloße Curiosität zu reduciren. Nichtsdestoweniger begriff man in den letzten Jahren, wo die Mikroskopie große Fortschritte machte, welches Interesse es gewähren müsse, das Sonnenmikroskop aus seiner Vergessenheit zu ziehen, nicht sowohl, um ein Instrument für Untersuchungen daraus zu machen, sondern um die Resultate der Wissenschaft dem Publicum vor Augen zu legen.

Leider aber ist in unserm Clima der Sonnenschein etwas Seltenes; einen großen Theil des Jahres hindurch findet er kaum Statt und selbst in der schönen Jahreszeit ist es nicht möglich, den Tag im Voraus zu bestimmen, an welchem man sich versammeln kann, um die Wirkungen des Sonnenmikroskopes zu beobachten.

Dies mußte zu Versuchen veranlassen, das Sonnenlicht durch ein künstliches Licht zu ersetzen, über welches man nach Belieben disponiren könne. In England wurde das erste Gas-Mikroskop construirt, wozu man sich des Drummond'schen Lichtes bediente; allein die Wirkung desselben blieb zu sehr unter der Erwartung.

Schon lange vor Drummond wußte Davy mittelst einer starken Volta'schen Säule ein Licht hervorzubringen, wovon man sagte, daß es mit dem der Sonne vergleichbar sei; allein es waren hierzu so mächtige Apparate erforderlich, daß man das Experiment in seinem ganzen Glanze nur in royal Institution zu Gassenstein, elektrisches Licht. 12

London wiederholen konnte. Was in unsern Hörsälen zu sehen war, war nur ein schwaches Bild davon, als Bunsen die Kohlenbatterie erfand und damit eine kräftige Quelle dynamischer Electricität in die Hände der Physiker lieferte. Von nun an wurde das Davy'sche Experiment allerwärts wiederholt und man wurde in unsern Amphitheatern durch die von den Kohlenkegeln ausgehenden Lichtströme geblendet.

Es gab nun keinen Anstand mehr, und was man mit dem Drummond'schen Lichte gethan hatte, mußte auch mit dem Davy'schen, viel glänzenderen, aber schwerer zu beherrschenden versucht werden. Das Problem, welches wir uns setzten, war demnach folgendes:

- 1) diese Lichtquelle regulirbar zu machen;
- 2) dem optischen Apparate eine der Beschaffenheit dieses Lichtes angemessene Einrichtung zu geben.

Wir wollen nun die Mittel auseinander setzen, wie wir diesen beiden Aufgaben zu genügen suchten.

Nach den gewöhnlichen Versuchen mit der galvanischen Säule und den Kohlenspitzen ist das Licht zu optischen Zwecken völlig unbrauchbar: 1) weil es beständig in Farbe und Intensität wechselt; 2) weil die Wände des gläsernen Ballons, in welchem es erzeugt wird, sich in wenigen Augenblicken trüben, und 3) weil die unregelmäßigen Oberflächen dieses Ballons den Lauf der Strahlen bedeutend stören.

Diese Hindernisse wurden beseitigt durch Anwendung der in den Steinkohlen-Destillations-Apparaten sich absetzenden dichten Kohle. Diese höchst compacte und von Zerklüftungen freie Kohle läßt man durch einen Steinschneider in prismatische Stäbe mit vierseitiger Grundfläche schneiden, welche 3 Millimeter breit und 10 — 12 Centimeter lang sind.

Läßt man das elektrische Licht zwischen den Enden dieser Kohlenstäbe ausströmen, so findet man: 1) daß das Licht beständiger, weißer und intensiver geworden ist; 2) daß diese Kohle ein sehr guter Leiter ist, und 3) daß diese Verbrennung derselben an freier Luft sehr langsam und schwierig vor sich geht. Man braucht daher, damit die Erscheinung fortdauere, nur die Kohlenstäbchen in dem Maße, als sie sich verzehren, einander näher zu rücken.

Durch ein Uhrwerk, dessen gleichförmige Geschwindigkeit der unregelmäßigen Abnutzung der Kohle sich nicht anpassen läßt, kann dieser Zweck nicht erreicht werden. Bei dem in Rede stehenden Apparate können diese Kohlen mittelst eines Mechanismus beständig einander genähert und gegenüber gehalten werden, ohne daß ihre Verbindung mit der galvanischen Säule nur einen Augenblick unterbrochen würde.

Man sollte nun glauben, daß, nachdem das Licht so regulirt worden ist, weiter nichts zu thun wäre, als das optische System des Gasmikroskops davor anzubringen. Dieß giebt jedoch keine guten Resultate, und zwar aus folgendem Grunde: Um sehr divergirende Strahlen in sehr convergirende zu verwandeln, pflegt man zwei starke Linsen von Kronglas anzuwenden; allein da das leuchtende Ende der Kohle ein sehr kleiner Punct ist, so unterliegt das im Focus der Linsen erzeugte Bild dieses Punctes so vielen Aberrationen der Sphäricität und der Brechbarkeit, daß man hätte neue Krümmungen versuchen und die Collectiv-Objectivgläser achromatisiren müssen. Es schien aber einfacher, sich eines belegten Hohlspiegels so zu bedienen, daß der vor diesem Spiegel und etwas über seiner Achse angebrachte Leuchtpunkt in etwas größerer Entfernung und unterhalb dieser Achse ein deutlicheres und achromatisches, vergrößertes Bild hervorbringen kann.

Es wurde demnach ein Hohlspiegel von 8 Centim. Brennweite und 10 Centimeter Durchmesser construirt. 15 Centimeter von den Kohlen angebracht, erzeugte er in einem Abstände von beiläufig 20 Centimetern ein etwas vergrößertes, achromatisches und hinlänglich deutliches Bild derselben, obgleich die entgegengesetzten Strahlen des convergirenden Kegels unter sich einen Winkel von 25—30 Graden bilden; auf diese Art kann man die Gegenstände gehörig erhellen, was mit Linsen schwer zu erreichen wäre.

Das von der positiven Kohle ausströmende Licht, so auf einem weißen Papier in einen Focus gesammelt, ist so glänzend, daß das Auge den Glanz desselben kaum ertragen kann; aber auch die denselben Weg gehenden Wärmestrahlen erhöhen hier die Temperatur so, daß die organischen Substanzen darin beinahe sogleich verkohlt werden. Bei näherer Betrachtung jedoch fand man, daß

diese strahlende Wärme nicht identisch ist mit der von der Sonne ausgehenden, und daß ihr der Weg viel leichter zu versperren ist.

Zu diesem Behufe brachten wir vor dem Hohlspiegel ein Gefäß mit parallelen Seiten aus weißem polirtem Glase an, welches mit einer gesättigten klaren Alaunauflösung gefüllt war. Bei dieser Einrichtung verliert das die flüssige Masse durchdringende Licht größtentheils seine Wärme, daher die Beobachtungen so lange fortgesetzt werden können, als man will.

Bei der Ausführung des Apparates wurde auf Beibehaltung der Beweglichkeit des Hohlspiegels vor- und rückwärts gesehen, um den Abstand, in welchem sich der Focus bildet, in derselben Richtung verändern zu können, wodurch das Focusglas der Sonnenmikroskope ersetzt wird; ferner gestattet die Leichtigkeit, mit welcher der Hohlspiegel um seinen horizontalen Durchmesser gedreht werden kann, den Verrückungen zu begegnen, welche der Leuchtpunct nach der Senkrechten erfahren könnte; hinsichtlich jener aber, die er in horizontaler Richtung erfahren würde, bewegt sich das ganze Linsensystem sammt dem Objectträger des Mikroskopes als eine Masse und stellt sich vor den Lichtfocus.

Alles, was zur Erzeugung des Lichtes gehört, wurde in einen Behälter eingeschlossen, woran man Oeffnungen anbrachte, die mit sehr dunkel gefärbten Gläsern versehen sind, durch welche dem Experimentator die Ueberwachung dieses Lichtes möglich gemacht ist, das er übrigens nach Belieben auslöschten und wieder anzünden kann.

Um der Anhäufung der durch das Weißglühen der Kohlen entwickelten ungeheuren Hitze vorzubeugen, wurde ebenfalls eine unten zu beschreibende Vorkehrung getroffen.

Der den Apparat speisende Strom wird, wie schon gesagt, durch eine Bunsen'sche Kohlenbatterie hervorgebracht. Es sind wenigstens 60 Paare erforderlich. Da diese Batterie nicht von constanter Wirkung ist und in den ersten Augenblicken eine zu große Menge Electricität geben würde, später aber nur die eben nöthige, so mußte auf dem Wege des Stromes ein unter der Hand des Experimentators befindlicher Regulator angebracht werden (siehe unten).

Nachdem wir diesen Apparat speciell zu mikroskopischen Demonstrationen bestimmt hatten, widmeten wir uns einigen optischen Versuchen, nach deren Resultaten wir glauben, daß er keiner bedeutenden Veränderungen mehr bedarf, um damit die Versuche wiederholen zu können, wozu bisher das Sonnenlicht nöthig war.

Der ganze Apparat, mit Ausnahme der Batterie, wurde von Ch. Chevalier hergestellt und die Mitwirkung dieses geschickten Technikers war uns bei unsern Bestrebungen sehr behülflich.

Im Wesentlichen beruht unsere Anwendung des galvanischen Lichtes zu mikroskopischen Demonstrationen auf folgenden Principien:

1) Anwendung von Kohlenprismen statt der bisherigen Kohlenkegel, damit sie in der ganzen Länge, in welcher sie weißglühen müssen, einen gleichen Querschnitt darbieten.

2) Vornahme des Processes an freier Luft und nicht in luftleerem Raume, nicht einmal in geschlossenem Gefäße mit parallelen Glasseiten.

3) Anwendung der sogenannten Gaskohle, welche am Besten leitet und zugleich am Wenigsten schnell verbrennt, zur Lichtentwicklung.

4) Unausgesetztes Ausgleichen des Kohlenverbrauches, wobei sie durch einen dem Experimentator zur Hand befindlichen Mechanismus fast in Berührung miteinander erhalten werden.

5) Sammeln des so erzeugten Lichtes in einem auf den zu beobachtenden Gegenstand convergirenden Kegel mittelst eines belegten Hohlspiegels.

6) Mäßigung der Intensität der an denselben Punkten, wie das Licht, concentrirten Wärme durch Dazwischenbringen eines mit gesättigter Alaunlösung angefüllten Gefäßes.

7) Einschließen der weißglühenden Kohlen in ein der Luft sehr zugängliches Gefäß, damit kein anderer Strahl, als die zur optischen Wirkung beitragenden, sich nach Außen verbreite.

8) Erzeugung des Stromes mittelst einer Bunsen'schen Batterie von wenigstens 60 Paaren.

9) Regulirung des Stromes durch einen, aus zwei dreieckigen, in schwach angesäuertes Wasser getauchten Platinblechen bestehenden Regulator.

Wir schreiten jetzt zur genauen Beschreibung des photo-elektrischen Mikroskops.

Fig. 63, Taf. XIV zeigt das Mikroskop in der Vorderansicht. Fig. 64, Taf. XV ist ein senkrechter und Fig. 65, Taf. XII ein Querdurchschnitt auf der Linie A B des Längendurchschnittes.

Fig. 66, Taf. XIV ist ein senkrechter Durchschnitt des Hohlspiegels und Fig. 67, Taf. XIV zeigt das Objectivglas und die Zusammenstellung der achromatischen Linsen, welche das Mikroskop vervollständigen; beide letztere Figuren sind in einem größern Maßstabe gezeichnet.

Ein Theil des Apparates ist dazu bestimmt, den zu beobachtenden Gegenstand lebhaft zu beleuchten; der übrige bewirkt die Vergrößerung nach schon längst bekannten Principien und wurde dem gewöhnlichen Sonnenmikroskop entlehnt.

Die verschiedenen Theile, aus welchen der neue Apparat zusammengesetzt ist, befinden sich theils innerhalb, theils außerhalb des Kastens A; die zur Beleuchtung des Objectes beitragenden sind vorzüglich in das Innere verwiesen; dieselben sind in den Figuren 64, Taf. XV und 65, Taf. XII zu sehen. Sie sollen hier zunächst aufgezählt und ihr Zweck erklärt werden.

Das von der galvanischen Säule erzeugte Licht kommt am Punkte a, am Ende des Kohlenstäbchens, welches mit dem positiven Pole einer starken Batterie in Verbindung steht, zum Vorschein. Dieser Kohle gegenüber sieht man eine andere ähnliche a', die mit dem negativen Pole in Verbindung steht; diese sehr dünnen Kohlenstäbchen stecken jedes in einer Art Bleistiftrohr durch Vermittelung zweier Halbcylinder von zusammengeklebten Coaks b, b', welche in metallenen Zwingen c, c' eingepreßt sind; diese Zwingen werden jede von Stäben c, d gehalten, welche sich bis c', d' verlängern.

Die Kohlenträger sind vom Apparate nicht unzertrennlich und können, so oft die Kohlen gewechselt werden sollen, mit der Hand herausgenommen werden; doch sind sie während des Versuches mit einem der Pole der Säule in Verbindung; außerdem müssen sie, um die in Folge des Abbrennens der Kohle eintretende Entfernung voneinander wieder aufzuheben, und um den Durchgang des Stromes nach Belieben herzustellen oder zu unterbrechen, zwei-

erlei Bewegungen zu machen im Stande sein. Diesen Bedingungen wurde durch folgende Vorrichtung entsprochen.

k, I, Fig. 65, Taf. XII, sind die Stützen der Kohlenhälter, deren jede mit zwei Rändern e, e' versehen ist; an den Punkten, wo diese Buchstaben stehen, wurden Kerben angebracht, in welchen die Stäbe der Kohlenhälter stecken; bei der senkrechten Stellung des Apparates würden diese in das Innere des Kastens fallen, wenn sie nicht an ihrer Stelle gehalten würden durch die Federn f, f, die in directer metallischer Verbindung stehen mit den Ringen o, o', welche selbst mit den Polen der Säule communiciren. Sobald demnach zwischen den beiden Kohlenenden der Contact hergestellt wird, tritt die Electricität in Circulation.

Obwohl durch die Federn gedrückt, können die Kohlenhälter sich doch auf verschiedene Weise bewegen. Der Träger I ist auf einer senkrechten Achse i' befestigt, um welche er sich drehen kann, wenn der Experimentator einen kleinen, daran befestigten Hebel in Bewegung setzt; dieser Hebel, welcher an der Vorderseite des Kastens hervortritt, endigt mit einem Knopfe V, Fig. 63; die Folge davon ist, daß das Kohlenende a' den Bogen eines Kreises, dessen Mittelpunkt in der Achse i' liegt, horizontal beschreibt.

Der Träger k hingegen dreht sich um eine sehr kurze horizontale Achse j', wenn der Experimentator den Knopf V" ergreift, der außerhalb des Kastens am Ende eines an demselben Träger befindlichen kleinen Hebels angebracht ist. In Folge dieser Bewegung beschreibt das Ende der Kohle a in einer senkrechten Ebene einen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt mit x bezeichnet ist.

Sind nun die Spitzen a, a' hinlänglich lang, so können sie vermöge der zwei soeben beschriebenen Bewegungen natürlich aneinander stoßen; allein sie verzehren sich in Folge der lebhaften Verbrennung, deren Sitz sie sind, und obwohl sie am Anfange des Versuches in Contact gebracht werden, sind doch schon ein Paar Augenblicke hinreichend, um einen solchen Abstand zwischen ihnen hervorzubringen, daß derselbe dem Strome ein unübersteigliches Hinderniß wird. Diesen Abstand mußte man daher wieder auszufüllen suchen, was auf folgende Weise gelang. Da die Stäbe der Kohlenhälter cylindrisch sind, so können sie, obwohl durch ihre respectiven Federn gedrückt und ohne daß sie aufhören, mit ihnen in

Berührung zu sein, in den Kerben der Träger gleiten. Wenn sich demnach in Folge der Verbrennung die Kohlenspitzen a, a' voneinander entfernen, so braucht man nur auf die freien Enden c', d' der Stäbe zu drücken, um diese Wirkung sogleich wieder aufzuheben. Dieß bewirkt man von Außen mittelst eines Mechanismus, welcher aus zwei an ihrem obern Rande gezahnten Metallstangen h, h besteht, in welche Getriebe eingreifen, deren Köpfe i', i' vorn an dem Kasten hervortreten. Diese gezahnten Stangen bewegen sich horizontal, indem sie sich voneinander entfernen oder einander nähern.

Auf der gegen das Innere des Kastens A gefehrten Oberfläche der Stangen sieht man zwei Metallflächen g, g sich senkrecht erheben, welche genug hervorstehen, damit sie, durch die Bewegung der Stange fortgezogen, die Kohlenhälter nach Bedarf vor sich hertreiben. Der Lauf der Verzahnung muß natürlich der Länge der Kohlen gleich sein.

Dieß also sind die Anordnungen, welche zur Erzeugung und Unterhaltung des elektrischen Lichtes am Punkte a getroffen wurden.

Wir wollen nun zur möglichst nützlichen Anwendung dieses Lichtes schreiten.

Das Mikroskop, welches man in Fig. 64 im Profil vor dem Kasten stehen sieht, erfordert, daß ein conischer Büschel intensiven Lichtes in die Oeffnung m trete, dessen Achse mit der des Instrumentes zusammenfällt. Doch sieht man, daß der Punct a ziemlich über dieser Achse liegt; auch soll derselbe kein directes Licht liefern, und erst nachdem sich die Strahlen auf dem Hohlspiegel C reflectirt haben, vereinigen sie sich in einem Focus m und fallen auf den zu beobachtenden Gegenstand.

Die Lage des Focus m ist sehr wichtig; auch hängt sie von derjenigen des Punctes a ab, welchen aber der Experimentator nicht ganz fix erhalten kann; es muß sonach den möglichen Verrückungen begegnet werden.

Mag der Focus m vor- oder rückwärts zu gelangen streben, so kann auch der Hohlspiegel C , von der horizontalen Säule D getragen, mittelst des Getriebes E , welches in eine Verzahnung eingreift, zurück oder vorwärts geschoben werden; geht der Focus m nach Oben oder Unten, so wird der Hohlspiegel, welcher sich

um seinen horizontalen Durchmesser $n'n'$ drehen kann, mittelst einer in der viereckigen Röhre G , die durch die Säule D hindurchgeht, verborgenen endlosen Schraube mehr oder weniger geneigt; diese Schraube greift in einen an der Fassung des Spiegels befestigten Sector ein. Die Drehung wird der Schraube durch den geränderten Kopf j gegeben.

Es bleibt nun noch eine mögliche Berrückung des Focus m übrig, nämlich zur Rechten oder Linken der Achse des Mikroskops. Deshalb ist das Mikroskop auf einem Bret P Fig. 63 angebracht, welches durch einen Bolzen N gehalten wird, der der Mittelpunkt der kleinen Bewegungen ist, die nöthig sind, um dem Focus bei dieser letzten Art von Berrückung zu folgen. Hiermit ist nun das Object lebhaft beleuchtet. Man hat, um ein vergrößertes Bild zu erhalten, nunmehr das System achromatischer Linsen (mit kurzer Brennweite) des Sonnenmikroskops vorn anzubringen; das Object muß genau in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht und in eine Zange gesteckt werden, die es hält; man stellt das Instrument genau ein, das Licht dabei wohl überwachend durch Zurücktreiben der Kohle, Wiederherstellen des Focus rc . Allerdings hat ein einziger Experimentator damit genug zu thun; doch ist die Sache möglich und wir haben es mehrere Male bewiesen. Auch kann man sich durch Vertheilung der Berrückungen die Operation erleichtern. Zu diesem Behufe wurden noch einige Theile hinzugesetzt, von welcher bisher noch nicht die Rede war.

So sieht man bei $i''i''$, Fig. 65, zwei Getriebköpfe, ähnlich jenen an der Borderseite des Kastens; mittelst ihrer kann eine hinter dem Kasten stehende Person, wenn sie die Arme mäßig ausstreckt, sich ausschließlich der Unterhaltung und Direction des Lichtes widmen.

Unterhalb dieser Getriebköpfe sieht man in Fig. 63 zwei kleinere Knöpfe I', I'' , die durch die Stängelchen p', p'' mit den Knöpfen v', v'' verbunden sind, welche sich ebenfalls auf der Borderseite des Kastens befinden, und, wie sie, dazu dienen den Kohlenträgern die Bewegungen, deren sie fähig, zu ertheilen. Die hinter dem Kasten stehende Person hat demnach diese vier wichtigen Theile unter den Händen und dirigirt mittelst derselben die Kohlenstäbchen, vorausgesetzt jedoch, daß sie sehen kann, was sie thut.

Zu diesem Behufe wurde bei O ein kleines Thürchen angebracht, in welches schwarzes Glas eingesetzt ist, das den Lichtglanz beinahe ganz ertödtet und nur so viel Licht hindurchläßt, als man braucht, um die Lage und den Zustand der Kohlen zu beurtheilen. Wenn die Person, welche das Licht regiert, ihr Geschäft gut verrichtet, so hat die vor dem Kasten befindliche und das Mikroskop handhabende Person nicht mehr zu thun, als wenn sie mit einem Sonnenmikroskope operirte.

Bei unserm Apparate besteht das eigentliche, auf dem Brete P angebrachte Mikroskop L aus einer viereckigen verzahnten Säule t. Fig. 64, Taf. XV, auf welcher sich vermöge eines Getriebes u ein Gehäuse v bewegt, welches eine Reihe achromatischer Linsen y, y enthält, deren Zusammensetzung Fig. 67, Taf. XIV im Detail ersichtlich ist.

Da die von der Verzahnung mitgetheilte Bewegung etwas rasch ist, wurde noch eine langsame Bewegung hinzugesetzt, mittelst welcher genau auf den Punct eingestellt werden kann, was man durch Drehen der Kopfschraube x' bewerkstelligt.

Auf dem Ende der Säule t gleitet mit Reibung ein zweites viereckiges Gehäuse, welches eine kreisrunde Blende p trägt, die das Beobachtungsfeld begrenzt und die schiefsten Strahlen aufhält; auf der Vorderseite dieser Blende ist ein Schirm q befestigt.

Bei n Fig. 63 sieht man eine Art Guckloch, mit einem beinahe schwarzen Glase versehen; es entspricht einer im Bret P angebrachten Oeffnung und gestattet die Kohlen zu beaufsichtigen, ohne daß man sich blendet; will man direct in den Apparat hineinschauen, so braucht man nur auf die Stange zu stoßen, damit sie sich um die Schraube n" drehe, und dann ist die darunter liegende Oeffnung vollkommen frei gestellt.

Um alle Arten Gegenstände, die man beobachten will, zu halten, bedient man sich der verschiedenen Federzangen r, r', aller oder einzelner, welche alle ihren Stützpunkt auf dem Brete P haben.

Die ungeheure Menge strahlender Wärme, welche das Licht begleitet, würde sich wie dieses im Puncte m Fig. 64 concentriren, wenn nicht ein Gefäß F mit parallelen Seiten, von weißem, polirtem Spiegelglas, dazwischen gesetzt würde, in welches man eine wasserhelle, gesättigte Alaunauslösung gießt. Indem auf diese Weise das Licht zweimal durch die flüssige Masse geht, hält diese

die strahlende Wärme zum großen Theil auf, welche ohne diese Vorsichtsmaßregel die Substanzen desorganisirt und die in den Focus gebrachten Gläser springen macht.

Eben diese Wärmeentwicklung bestimmte uns auch, den Kasten nicht ganz zu schließen und ihn oben und unten mit zwei doppelten Reihen schräg stehender Eisenbleche K, Fig. 64, Taf. XV zu versehen. Das Licht kann demnach nicht nach Außen gelangen und dennoch erneuert sich die Luft und circulirt frei im Innern des Kastens.

So vorgerichtet wäre der Apparat vollständig, wenn wir eine Batterie mit kräftigem und constantem Strome besäßen. Die Bunsen'sche Batterie, welche bis jetzt allein zu dieser Art von Versuchen ausreicht, erzeugt in den ersten Augenblicken ein Feuer, welches gemäßigt und sogar sparsam angewendet werden muß.

Zu diesem Behufe befindet sich unter dem Kasten ein Regulator, der aus zwei Platinblechen b'' , b''' , Fig. 64, Taf. XV besteht, die in eine Spitze auslaufen und durch einen verzahnten Träger S in veränderlicher Höhe gehalten werden. Das eine dieser Bleche b''' steht durch einen Metallstreifen H und den Ring o'' mit dem positiven Pol der Säule, und das andere, b'' , durch einen Metallstreifen H' mit dem Ringe o in Verbindung; diese beiden Bleche können folglich mehr oder weniger tief in das im Gefäße I enthaltene schwach-angesäuerte Wasser tauchen. Es ist von Wichtigkeit, daß diese Platinbleche an einem nicht metallischen und nicht leitenden Stücke u' befestigt sind, weil der Strom, welcher von einem Bleche zum andern durch den zwischen ihnen eingeschlossenen flüssigen Leiter zu gehen gezwungen ist, mit dem Querschnitt dieses Leiters im Verhältnisse steht.

Wir wollen den ziemlich complicirten Weg, den der galvanische Strom zu machen hat, noch einmal durchnehmen; fangen wir bei seinem Austritte aus der Säule am positiven Pole an, welcher sich am Ringe o'' einhängt. Von da gelangt er in den Regulator, begiebt sich auf einem durchaus metallischen Wege bis zum Bleche b''' , verläßt dieses, geht durch die Flüssigkeit, um sich auf das Blech b'' zu werfen, und dann seinen Weg durch den Kupferstreifen bis zum Ringe o fortsetzend, findet er abermals einen ununterbrochenen Weg bis zum Punkte x, wo er die Feder

verläßt, um in den Kohlenhalter und in die Kohle selbst zu treten; an deren Ende gelangt, springt er auf die entgegengesetzte Kohle über und bringt da die beabsichtigte Wirkung hervor. In die zweite Kohle gelangt, geht er auf analogem Wege zurück, durch Kohlenhalter, Feder, metallischen Conductor bis zu o', nach den negativen Pol der Säule.

Der Apparat befindet sich auf einem Gestelle B, durch welches er auf die geeignete Höhe gebracht wird. R ist ein Fach, welches den Regulator trägt, und auf das alle zu den Versuchen erforderlichen kleinen Gegenstände gelegt werden.

Drei Meter weit vor dem Apparate spannt man einen weißen Schirm von wenigstens 1,50 Meter Durchmesser aus; am Besten bedient man sich hierzu eines etwas starken, gut gespannten, weißen Papiers.

Um einen hinlänglich starken Strom zu erhalten, benützen wir bis jetzt eine Bunsen'sche Batterie von wenigstens 60 Paaren, wie Deleuil sie construirt. Wollte man diese Zahl noch überschreiten, um eine noch etwas größere Intensität zu erzeugen, namentlich aber länger fort operiren zu können, so müßte man sie wenigstens auf 120 vermehren. In diesem Falle würde man zwei Batterien machen, deren jede ihren negativen und positiven Pol hätte; die gleichnamigen Pole würde man dann unter sich vereinigen und die vier Leiter würden sich auf zwei reduciren, welche man, wie die einer gewöhnlichen einfachen Säule anwenden würde. Bei der Bunsen'schen Batterie ist der positive Pol das mit einem Kohlenelemente schließende Ende, der negative Pol aber das Ende, welches mit einem Zinkelement schließt.

Dieses Verfahren, zwei gleich starke Batterien miteinander zu verbinden, bringt dasselbe Resultat hervor, als wenn man die Oberfläche der Elemente verdoppelte, ohne ihre Anzahl zu vergrößern.

Die kleinen Kohlenstäbchen a, a' müssen von einer Kohle ganz eigenthümlicher Art verfertigt werden; man muß sie aus jenen dichten und compacten Massen nehmen, welche sich an den innern Wänden der Cylinder (Retorten) absetzen, worin die Steinkohlen behufs der Gewinnung des Leuchtgases destillirt werden.

Diese Kohlenblöcke sind sehr hart und werden schwer angegriffen; um sie zuzuschneiden, muß man daher das Verfahren anwenden, dessen man sich bedient, um die Edelsteine anzuschneiden. Man macht viereckige Stäbchen von 10 Centimeter Länge und nur 3 Millimeter Breite auf jeder Seite daraus.

Will man operiren, so ist es wesentlich, daß man den Apparat vorher centrirt. Ich nehme an, daß der Zeitpunkt da sei, wo die Batterie in Thätigkeit ist und die Pole an ihren respectiven Ringen o' und o" eingehangen sind. Man hält die mit frischen Stäbchen versehenen Kohlenhälter in der Hand; um sie an ihre Stelle zu bringen, entfernt man zuerst die Metallstangen h, h mittelst der Knöpfe i, i möglichst weit auseinander; hierdurch kommen die kleinen Flächen g, g in großer Entfernung voneinander zu stehen, so daß sie sich an die Wände des Kastens anlegen. Deffnet man nun eine der Thüren T und T', welche an den Seiten des Kastens angebracht wurden, so sieht man frei in das Innere. Es ist daher leicht, die Kohlenhälter zu ergreifen, die Enden c', d' ihrer Stäbe unter die Federn s, s zu bringen, sie etwas zu erhöhen und den Gegenstand, wenn er sich den Kerben e' gegenüber befindet, zu verlassen; zu gleicher Zeit stößt man diese Kohlenhälter zurück, bis die Enden c', d' an den Flächen g, g anstehen.

Wenn die Kohlenstäbchen von rechter Länge genommen wurden, so muß ein gewisser Abstand zwischen ihren Enden a, a' Statt finden; dieß ist der Augenblick, sich vor den Kasten Fig. 63 zu stellen, das Bret P um den Bolzen N zu drehen oder ganz wegzunehmen, um die Deffnung V, Fig. 64, und folglich auch die Kohlen von ihrer Bedeckung zu befreien. Man erfaßt die Köpfe der Getriebe und setzt sie in Bewegung, um den Zwischenraum, welcher die Enden a, a' der Kohlen trennt, auszufüllen, läßt aber die Wirkung des einen oder andern dieser Getriebe in der Art vorwalten, daß der Contact der Kohlen ziemlich genau in der mittlern Ebene des Apparates Statt findet.

Ist Alles so vorgerichtet und findet der Contact Statt, so muß das Licht erscheinen; um es wieder verschwinden zu machen, braucht man nur, indem man an den Knopf v' stößt, die negative Kohle auf eine dem Strome unüberspringbare Entfernung zu rücken. Um es wieder zu erzeugen, braucht man auf diesen Knopf nur in ent-

gegengesetzter Richtung zu wirken, um die negative Kohle wieder mit der andern in Berührung zu bringen, und wenn dieß nicht hinreichen sollte, auf einen der Knöpfe i'' , i''' zu wirken.

Hierauf bringt man das Bret P wieder an seinen Platz in eine beinahe senkrechte Lage, läßt sodann das Licht erscheinen und sieht durch die Thüre T zu, ob der reflectirte Büschel in die Oeffnung m fällt; sollte er nicht hineinfallen, so würde man ihn dazu bringen, indem man entweder mittelst des Knopfes j die Neigung des Hohlspiegels verändert, oder das um den Bolzen N bewegliche Bret P etwas schief stellt.

Geht der reflectirte Lichtbüschel durch die Oeffnung m, so sieht man das Feld des Instrumentes sich leuchtend auf die Schirmwand projectiren, und um das Maximum von Intensität zu erhalten, braucht man nur den Hohlspiegel C mittelst des Knopfes E vorwärts oder rückwärts zu stellen.

Während aller dieser Vorbereitungen dürfen die Bleche des Regulators kaum in's angesäuerte Wasser des Gefäßes I tauchen, und erst, wenn der wirkliche Versuch beginnt, läßt man sie etwas tiefer hinein.

Bei der ersten Anwendung des Apparates ist einiges Probi- ren nöthig, um die Intensität kennen zu lernen, welche man dem Strome geben muß, die zum Theil von der Kraft der Batterie, zum Theil aber von der Stellung des Regulators abhängt.

Ist die Intensität zu stark, so consumiren sich die Kohlen sehr schnell und entwickeln eine solche Hitze, daß sie dem zunächst befindlichen Theile des Apparates schädlich wird; ist die Intensität zu schwach, so ist auch das Licht schwach, vorzüglich aber unstät, indem die geringste Spur von Unreinigkeit oder Asche dem Durchgange des Stromes ein Hinderniß wird.

Wegen der Leichtigkeit, mit welcher das elektrische Licht nach Belieben ausgelöscht und wieder entzündet werden kann, läßt man dasselbe niemals unnöthig fortdauern; während dieser Unterbrechungen aber wären der Apparat und die Versammlung in vollkommene Finsterniß versetzt.

Diesem Uebelstande begegnet man dadurch, daß man in's Innere des Kastens ein brennendes Wachlicht bringt; die Vorkehrung mit den schrägen Blechen K gestattet demselben recht gut

fortzubrennen und bewirkt selbst, daß es nicht durch die Hitze schmelzen kann. Man kann dadurch auch jederzeit im Innern des Kastens sehen, wo sich die einzelnen Dinge befinden, selbst wenn ihn die Electricität nicht erhellt; man braucht zu diesem Behufe nur das Guckloch n aufzudrehen oder das kleine Thürchen O zu öffnen.

Ist Alles vorbereitet, und soll der Versuch wirklich angestellt werden, so stellt sich der eigentliche Experimentator vor den Apparat rechts hin; in dieser Stellung hat er alle wichtigen Theile zur Hand; er sieht, was innen vorgeht durch das Guckloch n und kann auch auf die Schirmwand hinsehen; er läßt sonach mittelst des Knopfes v' das Licht erscheinen, indem er dafür sorgt, daß die positive Kohle a etwas vor der negativen Kohle a' bleibt und bringt sie durch die verschiedenen oben angegebenen Handgriffe auf die höchste Intensität. Man bringt das Object in die Zange r, nöthigenfalls unter Beihülfe anderer kleinerer Zangen r', r' und setzt in den Punct ein, wie bei jedem optischen Instrumente.

So lange die Beobachtung dauert, müssen die Kohlen oft und in kleinen Rucken einander genähert werden, was der Experimentator, wenn er allein ist, mittelst der Getriebknöpfe i', i' bewerkstelligt.

Bedient er sich eines Gehülfsen, so stellt sich dieser hinter den Kasten und erreicht, die Arme ausbreitend, die Getriebknöpfe i'' und i''' und die Knöpfe I', I''; zu gleicher Zeit sieht er durch das schwarze Glas der Thüre O die Verbrennung der Kohlen und kann das Resultat derselben, über den Apparat hin die Schirmwand betrachtend, beurtheilen; er kann sogar über den Strom nach Belieben disponiren, weil er den Regulator zu Handen hat.

Ein in dieser Weise construirter Apparat wurde vor der Societé d'Encouragement in einer Sitzung producirt und diente, der zahlreichen Versammlung nicht nur vergrößerte Bilder vorher präparirter und aufbewahrter Gegenstände vorzuführen, sondern auch die Krystallisation der Salze, lebende Thierchen und die Circulation des Blutes bei einem lebenden Thiere zu zeigen.

Auch zeigten wir mit diesem Apparate auf dem Schirme das vergrößerte Bild der glühenden Kohlenenden; bei diesem neuen

Versuche wurde der Focus des Lichtes selbst der zu beobachtende Gegenstand.

Das elektrische Licht besitzt eine trügerische Eigenschaft, die man wohl kennen muß; in den ersten Augenblicken, wo man es erblickt, blendet es sehr und man kann es nicht unverwandt betrachten; nach und nach aber gewöhnt man sich daran und hierin liegt die Gefahr; wer die blendenden Strahlen des elektrischen Lichtes lange fort betrachtet, wird in der Nacht, welche darauf folgt, von einer heftigen und sehr schmerzhaften Augenentzündung ergriffen.

Durch mehr oder weniger dunkel gefärbte Gläser kann man sich vor solchen Anfällen schützen.

Die zum Beleuchten der Objecte dienende photo-elektrische Lampe Foucault's haben wir bereits früher beschrieben, die Abbildung derselben befindet sich auf Tafel IV, Fig. 21; an dieser Durchschnittszeichnung ist die Säule HH nur halb so hoch, als sie im Verhältnisse sein soll. Fig. 62, Taf. XV zeigt das richtigere Verhältniß der elektrischen Lampe p und des photogenischen Apparates, in dem sie aufgestellt wird. Der Kasten ist von Messing und ruht auf vier Säulen. An denselben wird der optische Apparat, wie wir ihn oben beschrieben haben, befestigt, D A B, Figur 62. Der Mittelpunkt zwischen den Kohlenspitzen a', a entspricht natürlich der Axe der Sammellinse des Mikroskopes und ihrer Brennweite; C ist der Hohlspiegel, welcher die Strahlen des elektrischen Kohlenlichtes reflectirt und so die Objecte erleuchtet. Das Licht kann nur durch D B in das Zimmer gelangen. Anstatt des Mikroskopes kann man übrigens auch andere optische Apparate anbringen, so z. B., für die objective Darstellung der Polarisation-Interferenz oder der Fluorescenz-Erscheinungen."

Das sind die Anwendungen, welche man bis jetzt von dem elektrischen Kohlenlichte gemacht hat, freilich in immer noch sehr beschränkter Weise. Wird einmal hier die Verwendung eine ausgedehntere, so wird sich auch noch manche Verwendungsart nach anderer Richtung hin finden.

Welches ist aber die Ursache, daß das elektrische Kohlenlicht bis jetzt noch kein allgemeinere Verwendung gefunden hat? Jetzt, wo man im Stande ist, ein dauerndes gleichmäßiges Licht dieser Art zu erzeugen? Es ist keine andere Ursache, als der hohe Preis, den das

elektrische Licht, verglichen mit anderm Licht von gleicher Stärke, hat. Alle bis jetzt gemachten Angaben sind unrichtig. Es ist die oben mitgetheilte Berechnung von Becquerel eben so falsch, als die von Lacassagne und Thiers. Am Meisten aber bleibt die letztere weit hinter der Wahrheit zurück. Nach den Versuchen des Verfassers kommt das elektrische Licht vier bis fünfmal theurer als Gaslicht von gleicher Leuchtkraft. So lange wir also nicht im Stande sind, das elektrische Licht bedeutend billiger herzustellen, so lange wird es auch keine allgemeinere Anwendung finden. Lacassagne und Thiers haben durch ihre Erfindungen zur Förderung der Sache in dieser Hinsicht nichts beigetragen. Sie reden von einer Beleuchtungsmethode durch elektrisches Licht, welche auf neuen Principien beruhe, allein das ist ein Irrthum, es ist dieselbe Methode, welche sie anwenden, welche Deleuil, Foucault und Andere benutzten. Es ist die Thätigkeit des elektrischen Stromes, durch magnetische Kraft den Gang der Kohlenstäbchen, welche als Träger des elektrischen Lichtes dienen, zu reguliren. Die Art, wie sie dieß ausführten, scheint auch uns bis jetzt die zweckmäßigste. Zur Verminderung der Kosten bei der Erzeugung des elektrischen Lichtes ist durch die Benutzung des Regulators von Lacassagne und Thiers nicht das Mindeste beigetragen. Wäre die Angabe wahr, daß die von den Genannten benutzte elektrische, sogenannte trockene Batterie das leistete, was in dem oft erwähnten Schriftchen über die elektrische Beleuchtungsmethode von Lacassagne und Thiers angegeben wird, wonach der Aufwand für die Batterie zum bei Weitem größeren Theil durch den Werth des als Nebenproduct gewonnenen Aluminiummetalles gedeckt werden sollte, so wäre dieß eine werthvolle Beisteuer zur Realisirung des Bestrebens, die Kosten für die elektrische Beleuchtung zu mindern. Wir erwähnten aber bereits, daß die Sache jedenfalls eine unbegründete ist. Alle übrigen Einwürfe, welche man gegen die Benutzung des elektrischen Lichtes als Beleuchtungsmittel gemacht hat, haben keinen Werth. Denn, wenn man z. B. sagt, es sei für die Beleuchtung in größeren Räumen, Straßen u. s. w. vertheilhafter, mehrere kleine Lichtquellen anzubringen, als eine einzige von gleicher Intensität, so ist das durchaus kein Grund gegen die Benutzung der elektrischen Beleuchtung. So wie man freilich bisher das elektrische Licht

Hassenstein, elektrisches Licht.

verwendete, indem man einen recht kräftigen Lichtbogen erzeugte, war die Beleuchtung allerdings eine überraschend glänzende, aber keine practische. Aber es ist ja durchaus keine Bedingung, eine solche Lichtquelle von so überraschender Intensität zu benutzen, man kann ja ebenso gut elektrisches Licht an verschiedenen Stellen und von geringerer Leuchtkraft anbringen, die Beleuchtung würde dann gleichmäßiger, aber immer viel brillanter sein, als die beste Gasbeleuchtung. Wäre der Kostenpunct kein Hinderniß, so hätte man es auch längst in solcher Art benutzt. Man würde freilich, um dieß auszuführen, für jede Lichtquelle einer besonderen elektrischen Batterie bedürfen; das allein würde aber kein Hinderniß für die Ausführung sein. Vortheilhafter wäre es freilich, mittelst einer einzigen Batterie mehrere Lichtquellen zu speisen; bis jetzt ist es aber nicht gelungen, eine solche Theilung des elektrischen Stromes mit Vortheil auszuführen. Die von Lacassagne und Thiers beschriebene Methode ist nicht practisch, indem bei diesem Verfahren der elektrische Strom zu sehr geschwächt wird. Nach Jobard's Mittheilung, welche wir oben anführten, soll es zwar einem jungen Naturforscher, de Changy in Brüssel, gelungen sein, ein wirklich practisches Verfahren aufzufinden, den elektrischen Strom einer Batterie beliebig zu theilen; aber wir bezweifeln auch hier die Wahrheit der Sache, denn wir kennen bis jetzt kein Mittel, eine solche Theilung zu bewirken, ohne daß dadurch ein großer Theil der Kraft des elektrischen Stromes verloren ginge.

Wenn nun aber auch bis heute das erstrebte Ziel noch nicht erreicht ist, so zweifeln wir doch keineswegs daran, daß es noch erreicht werden wird. Die Kenntniß der Lehre von der Electricität, trotzdem kaum in einem andern Theile der Naturwissenschaft so mächtige Fortschritte gemacht wurden, ist sicher noch eine sehr beschränkte und wir haben die gut begründete Hoffnung, daß ihre Erweiterung noch zu den wichtigsten Entdeckungen für das practische Leben führen wird. Finden wir einmal ein Mittel, auf billigere Art die in der ganzen Körperwelt so reich vertheilte Electricität zur Thätigkeit zu rufen, als wir es jetzt zu thun im Stande sind, so haben wir sogleich das wichtigste Agens zur Hervorbringung von Licht und Wärme und zur Erzeugung einer Kraft, welche die des Dampfes weit übertrifft. Eine solche Entdeckung würde tief eingreifen in die socialen Verhältnisse der Völker.

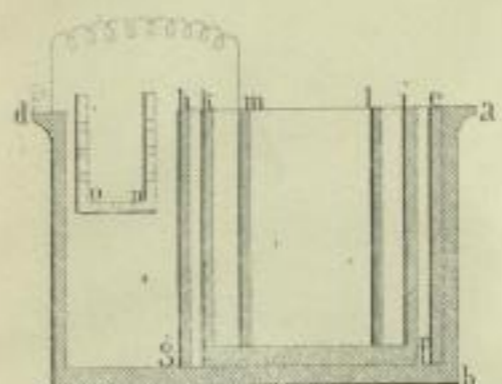


Fig. 1.

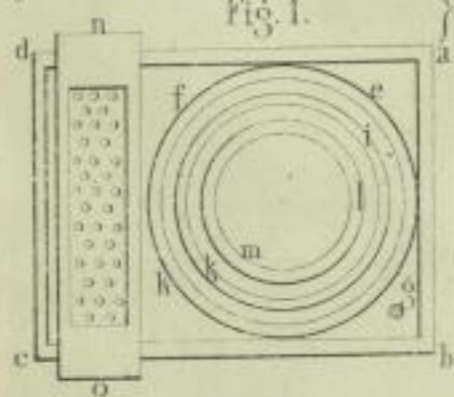


Fig. 2.

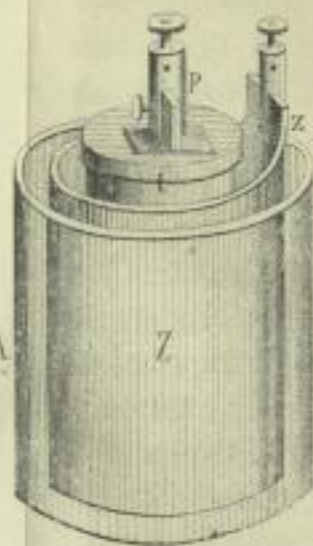


Fig. 3.



Fig. 5.

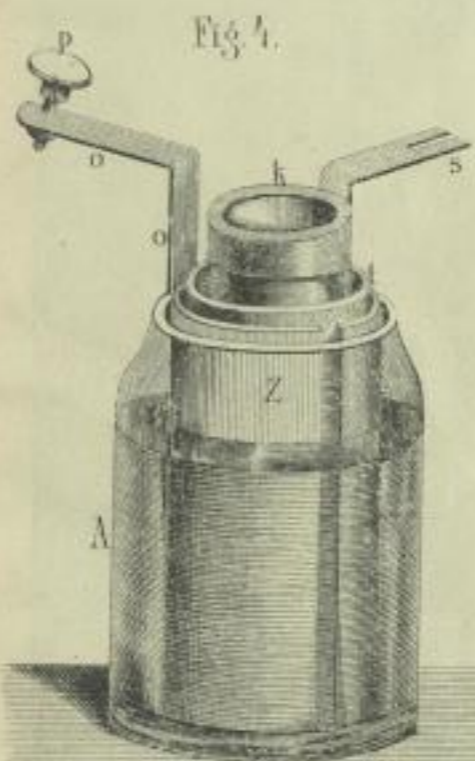
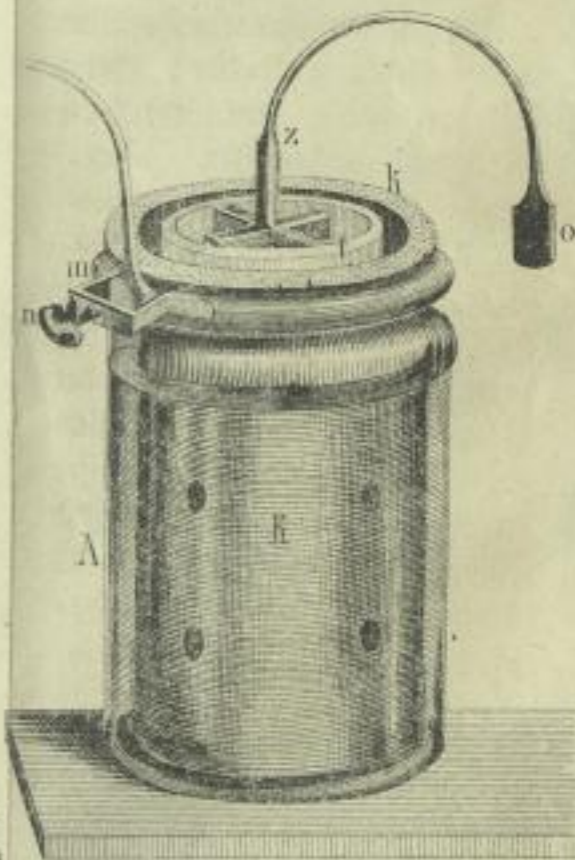


Fig. 4.



Halsenstein's elektrisches Licht.

11.3.11



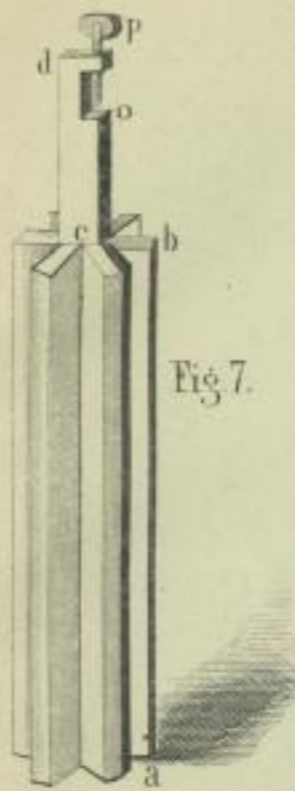


Fig. 7.

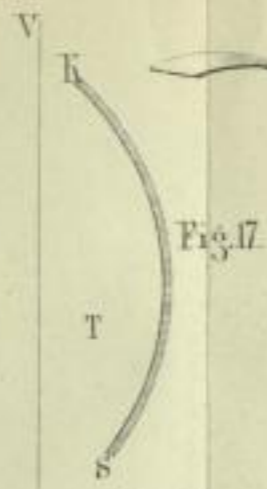


Fig. 17.



Fig. 8.

Fig. 10.

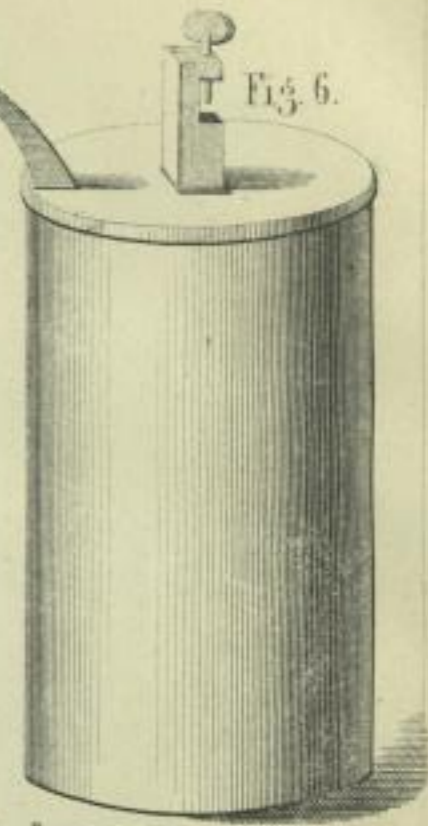


Fig. 6.



Fig. 11.

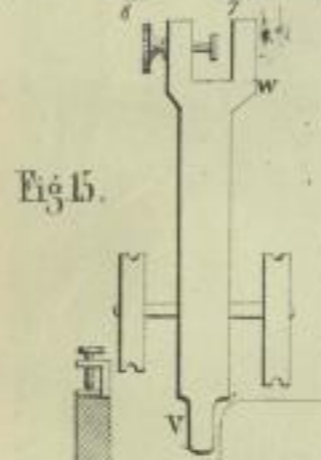


Fig. 15.

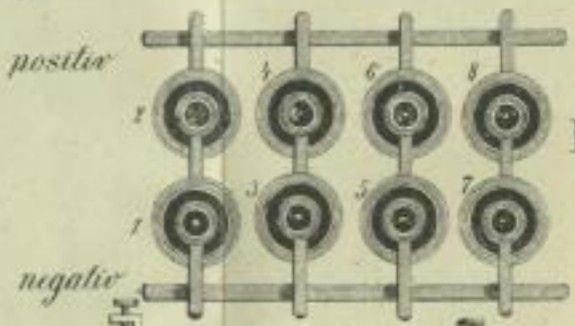


Fig. 12.

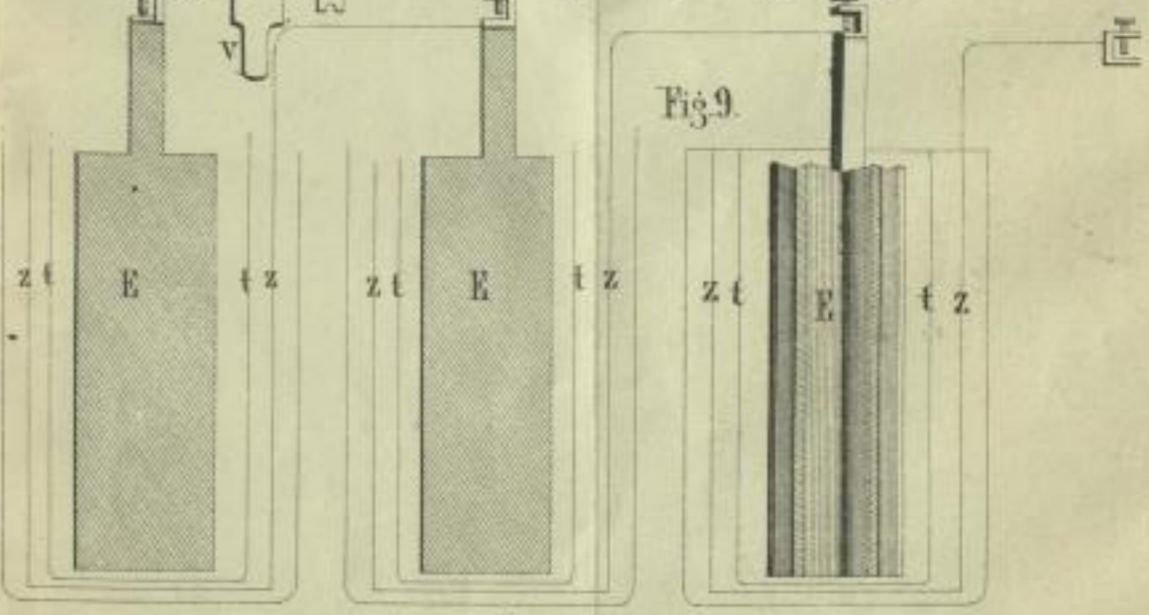


Fig. 9.



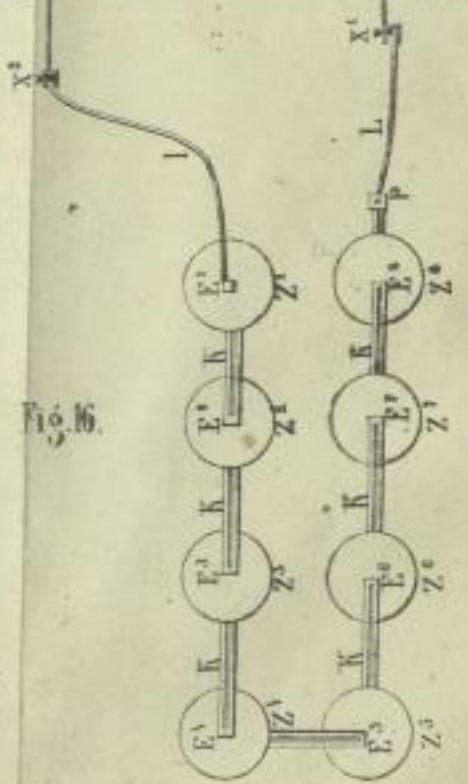
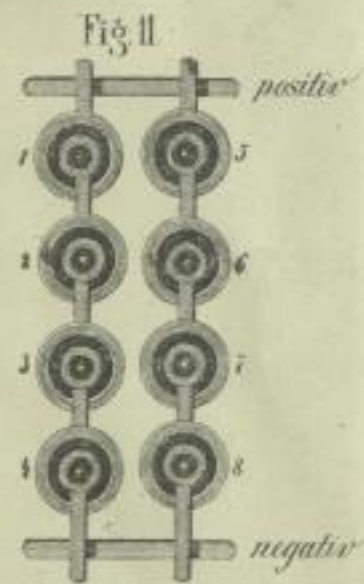
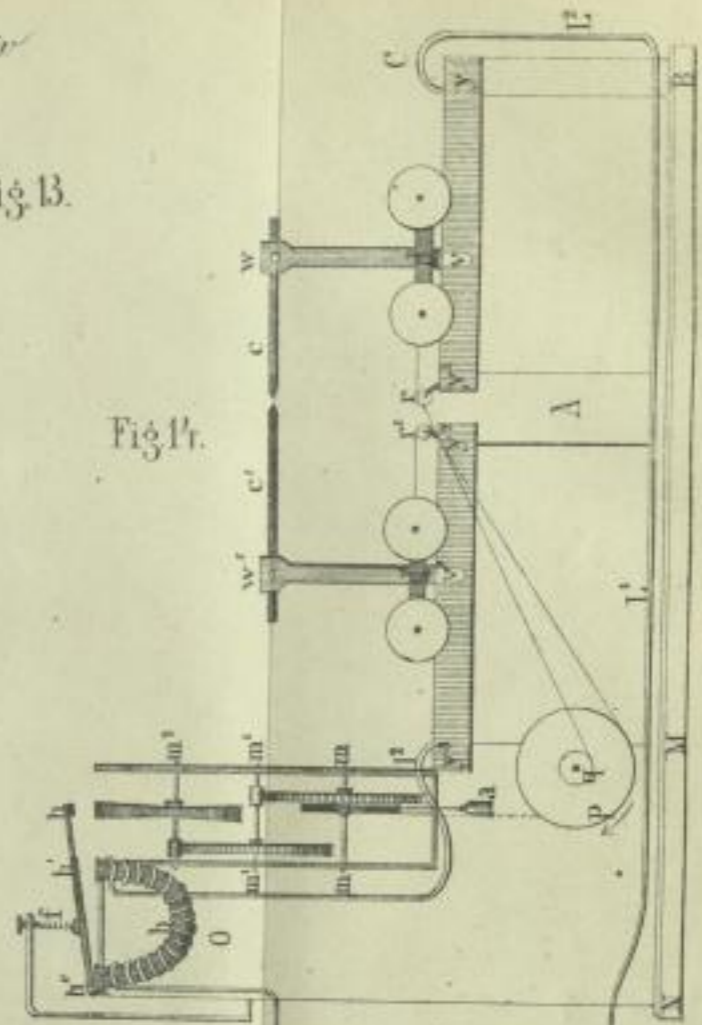
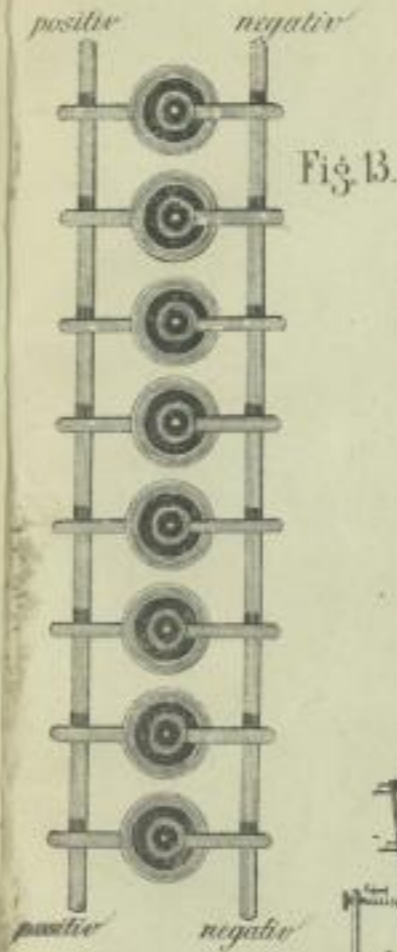




Fig. 20.

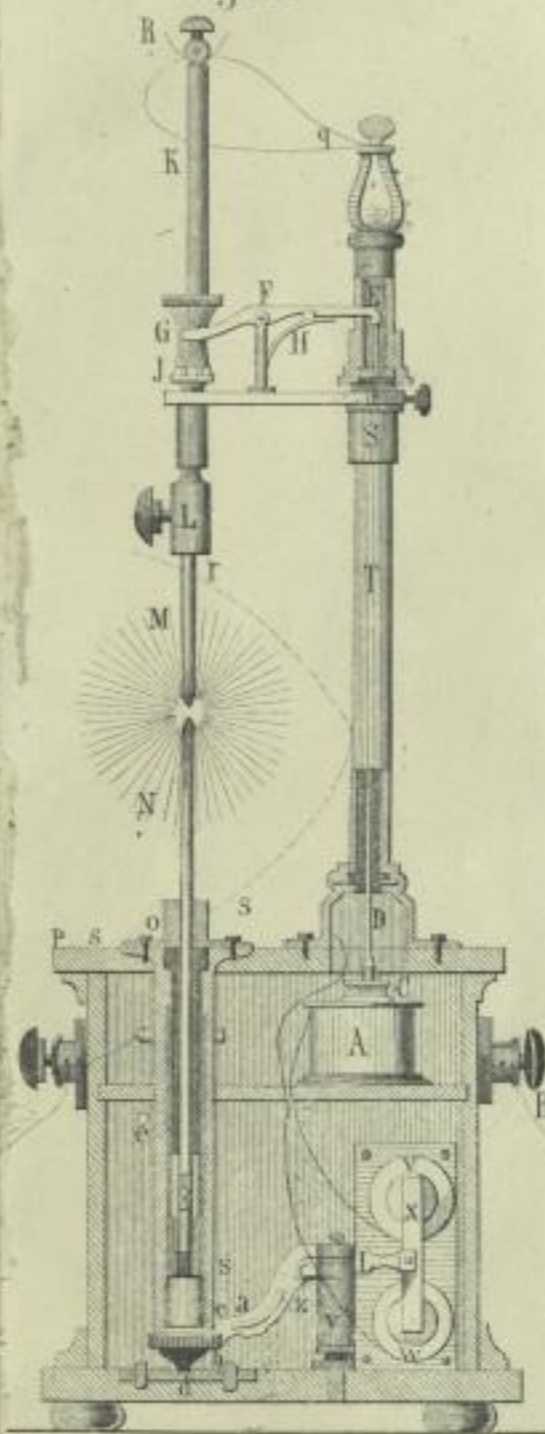
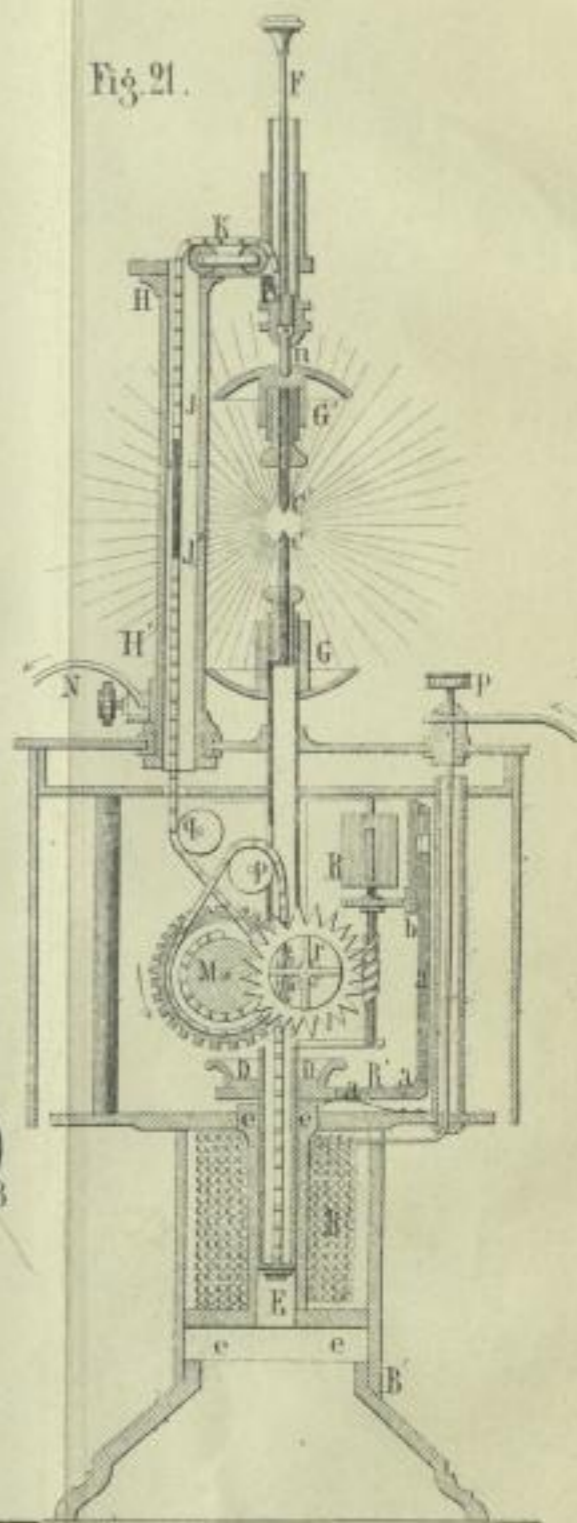


Fig. 21.





7.3.23



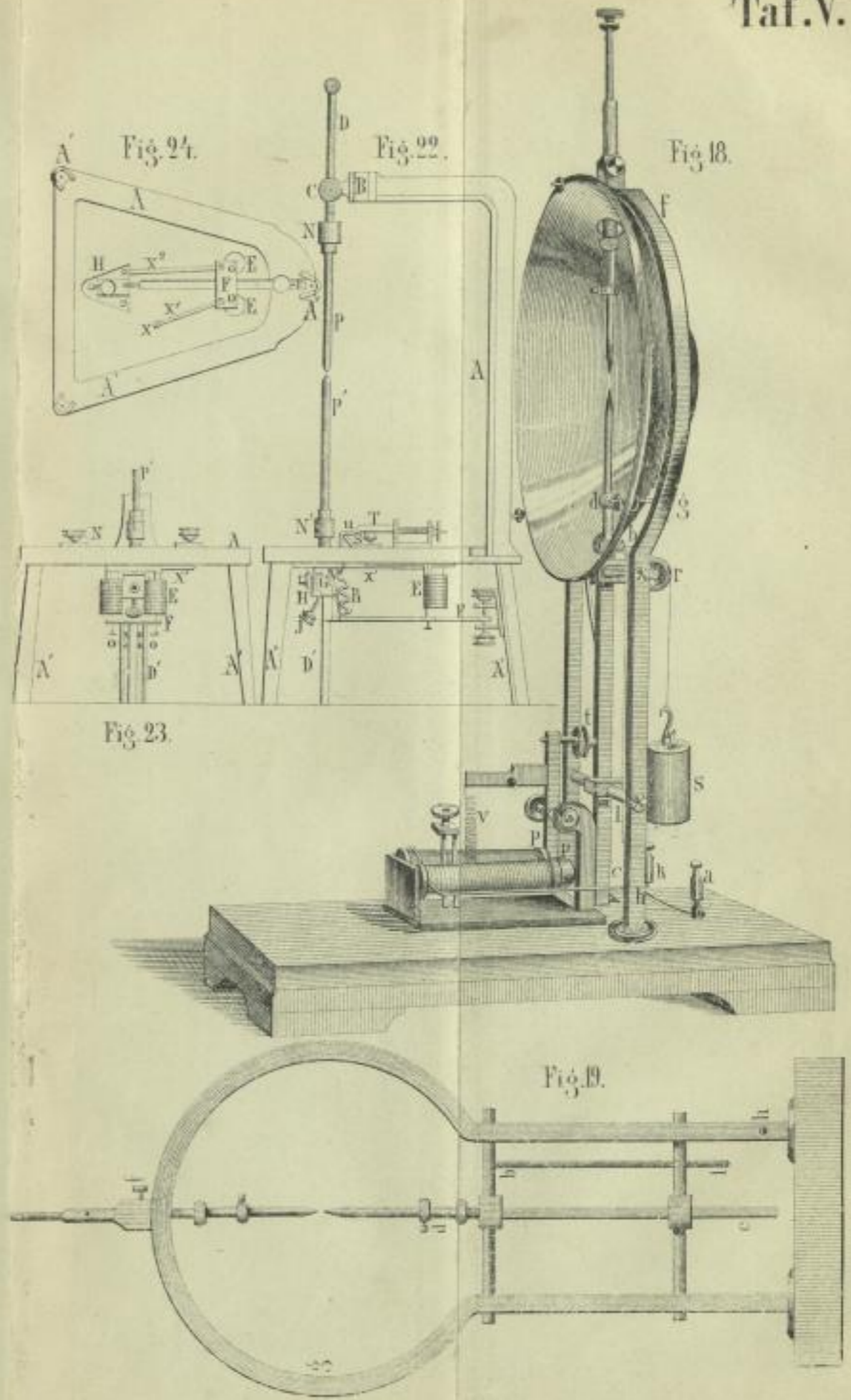




Fig. 26.



Fig. 25.



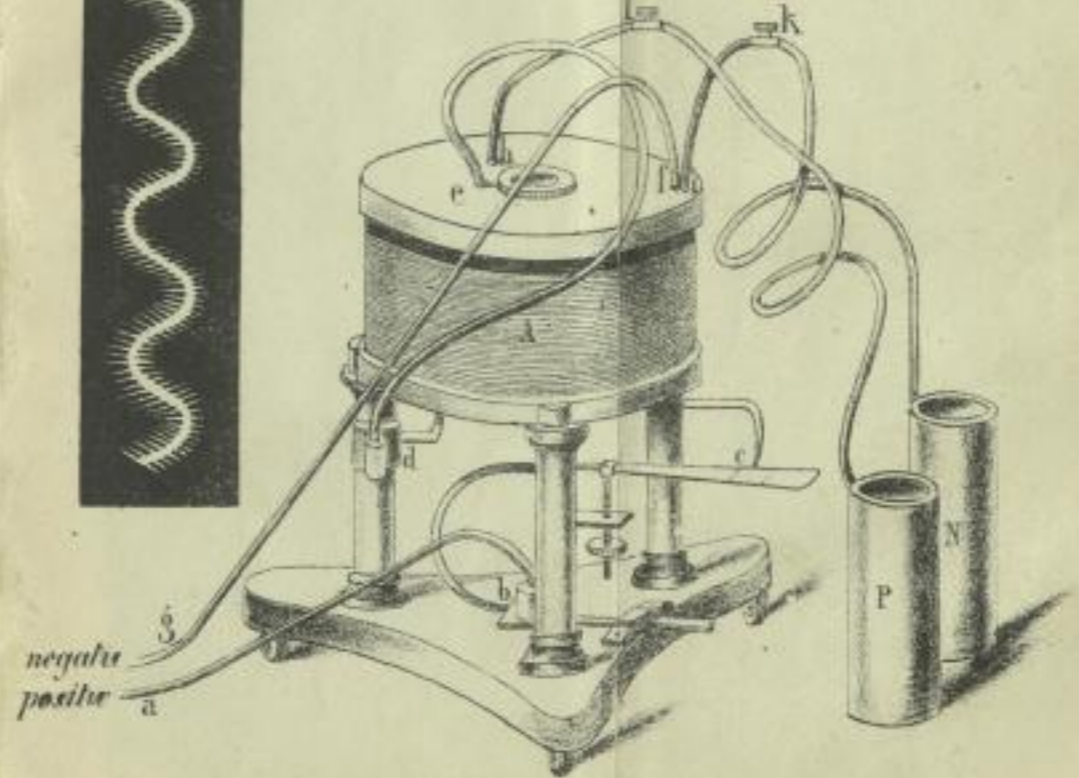
Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.





11/10/1

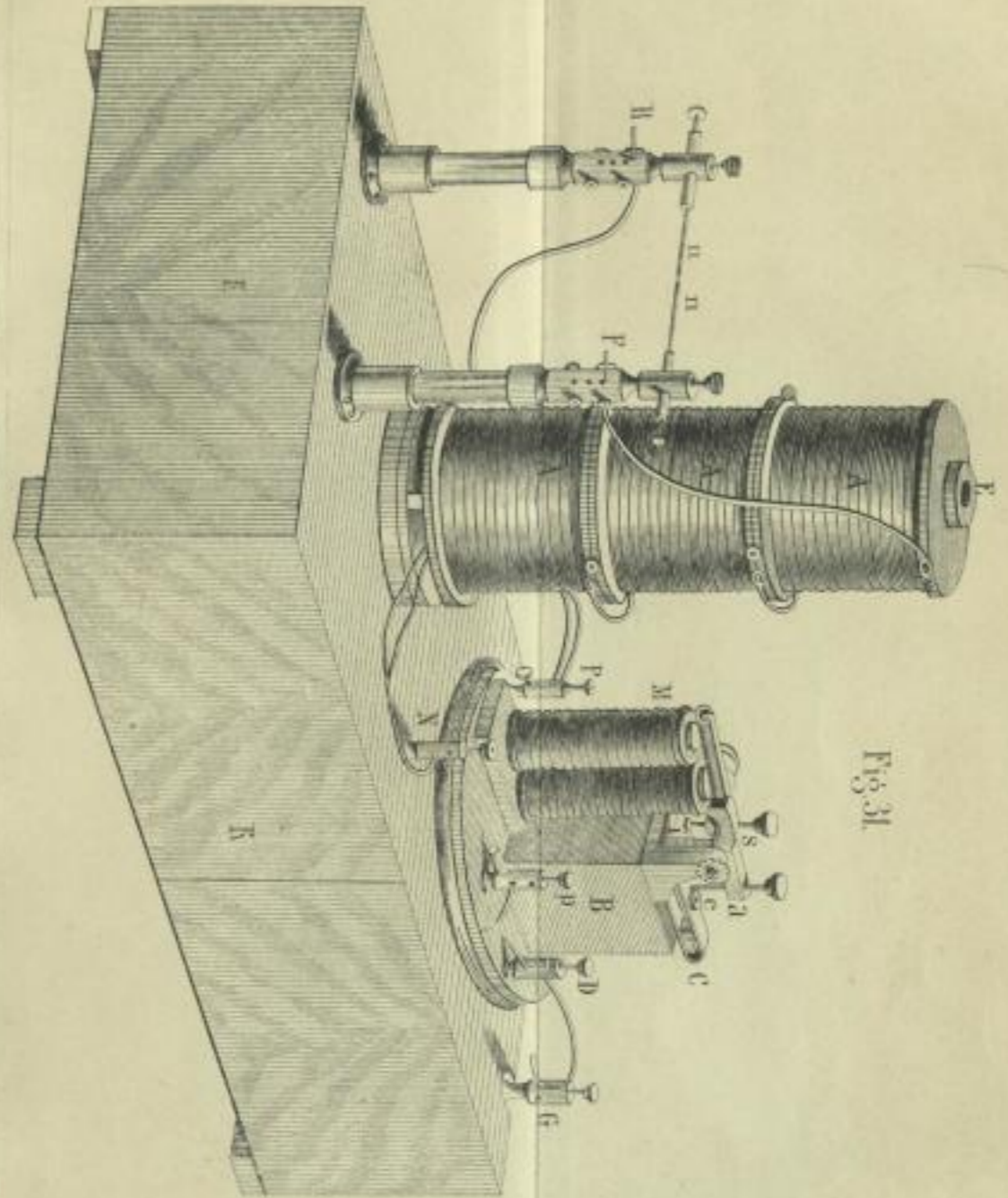


Fig. 31.

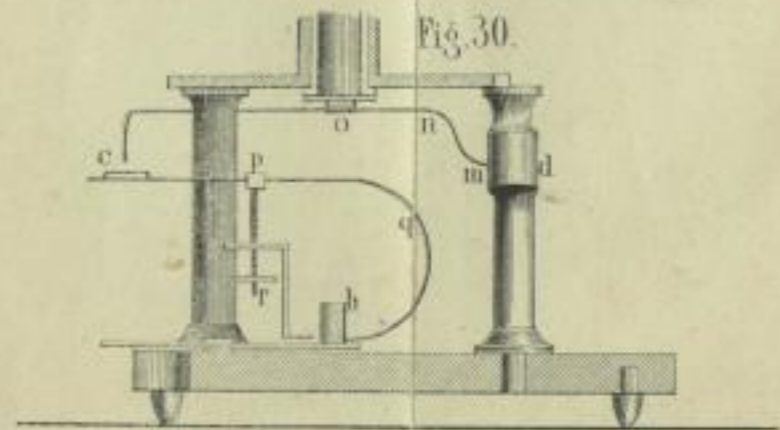


Fig. 30.



Fig. 32.



Fig. 34

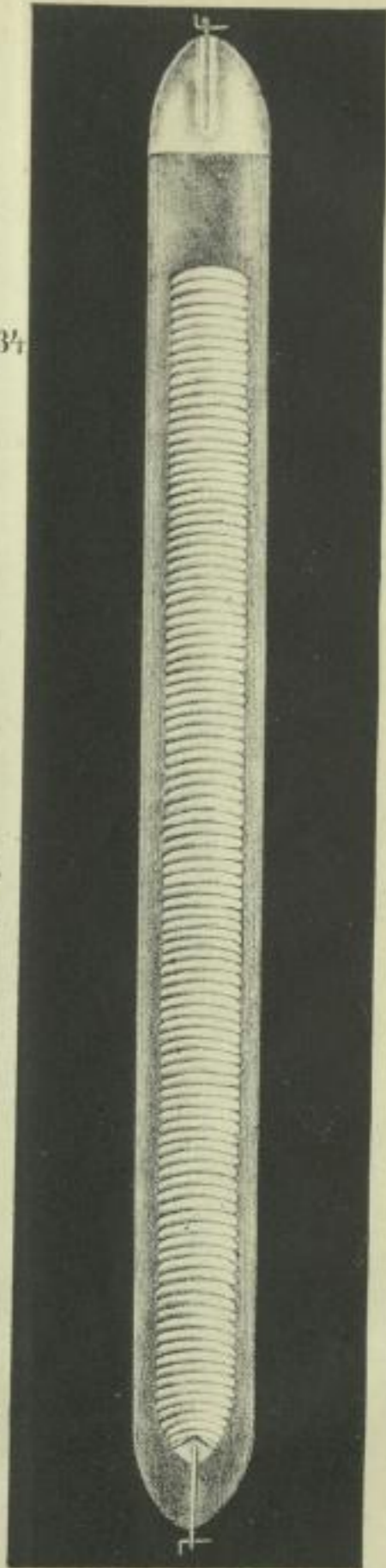


Fig. 41.

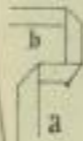


Fig. 40.



Fig. 33.

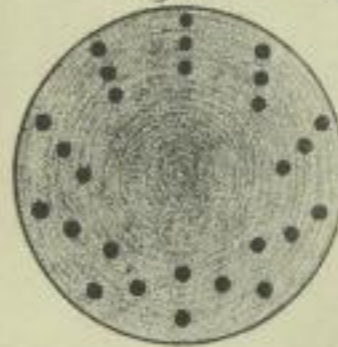
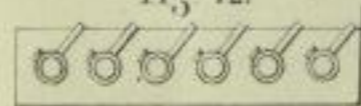


Fig. 43.



Fig. 42.



negativer Pol

Fig. 39.

positiver Pol





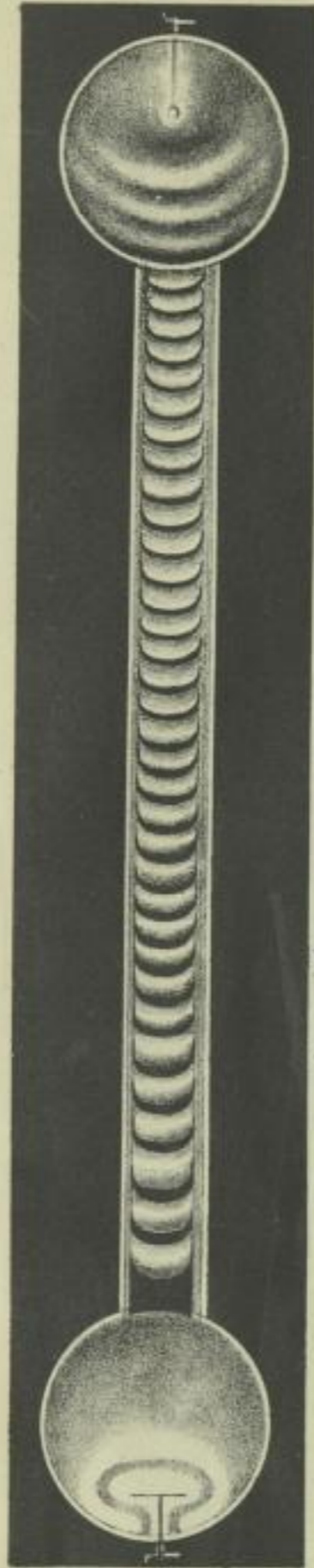


Fig. 35.

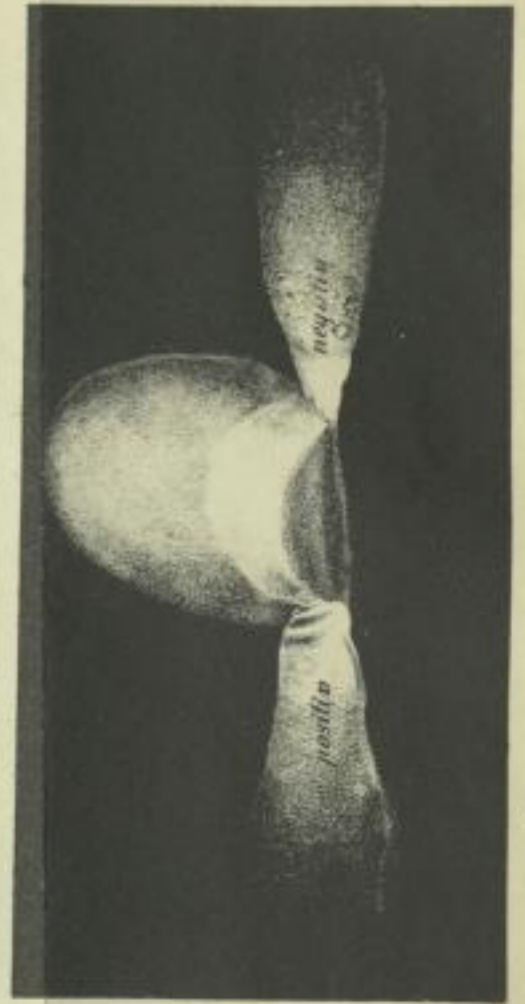


Fig. 36.

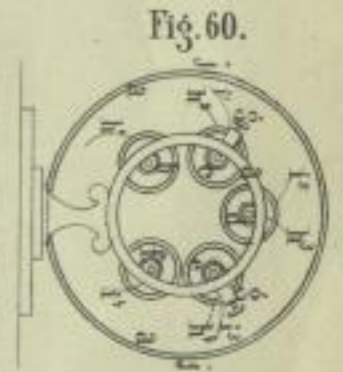


Fig. 60.



Fig. 61.



Fig. 59.

Habenstein, elektrisches Licht.



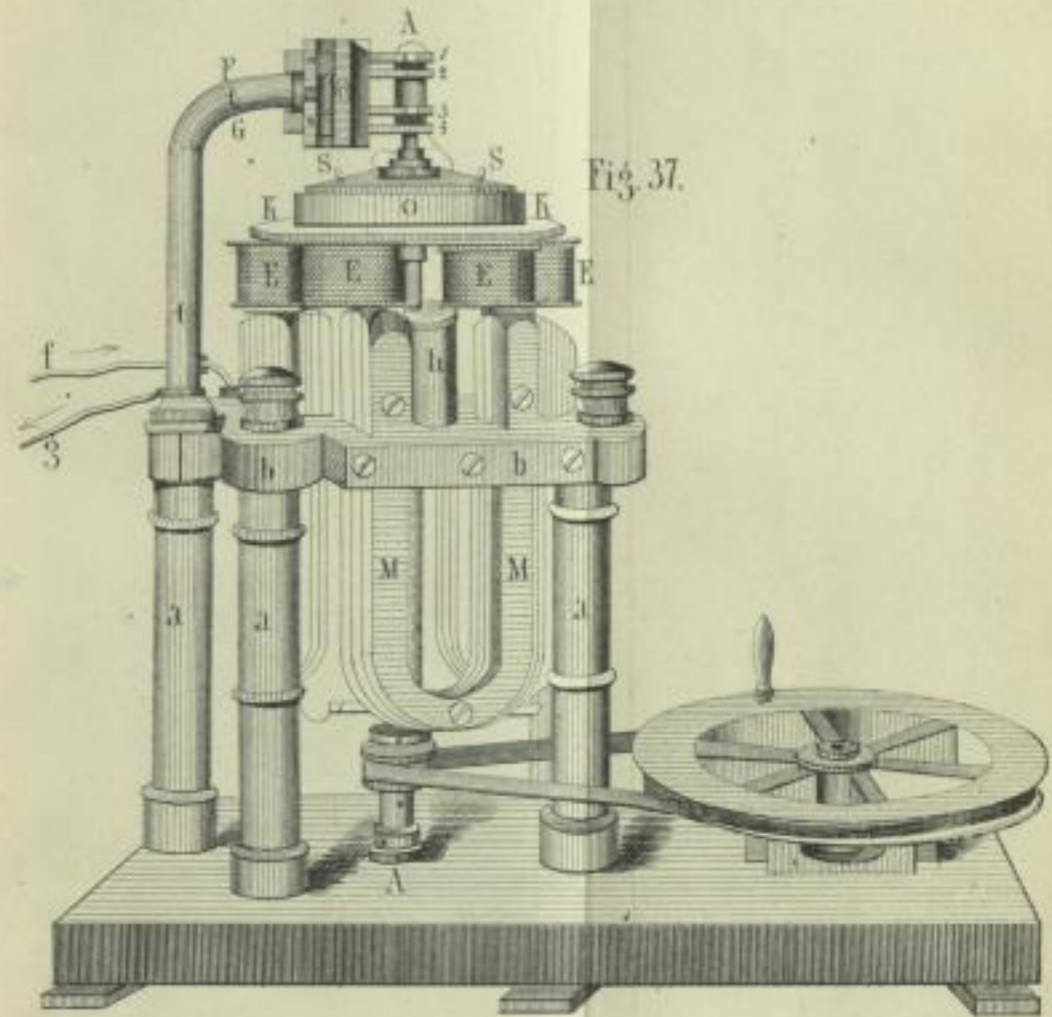


Fig. 37.

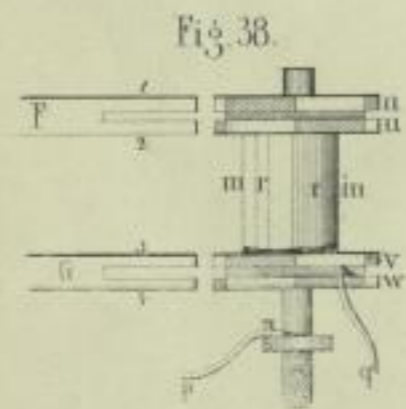
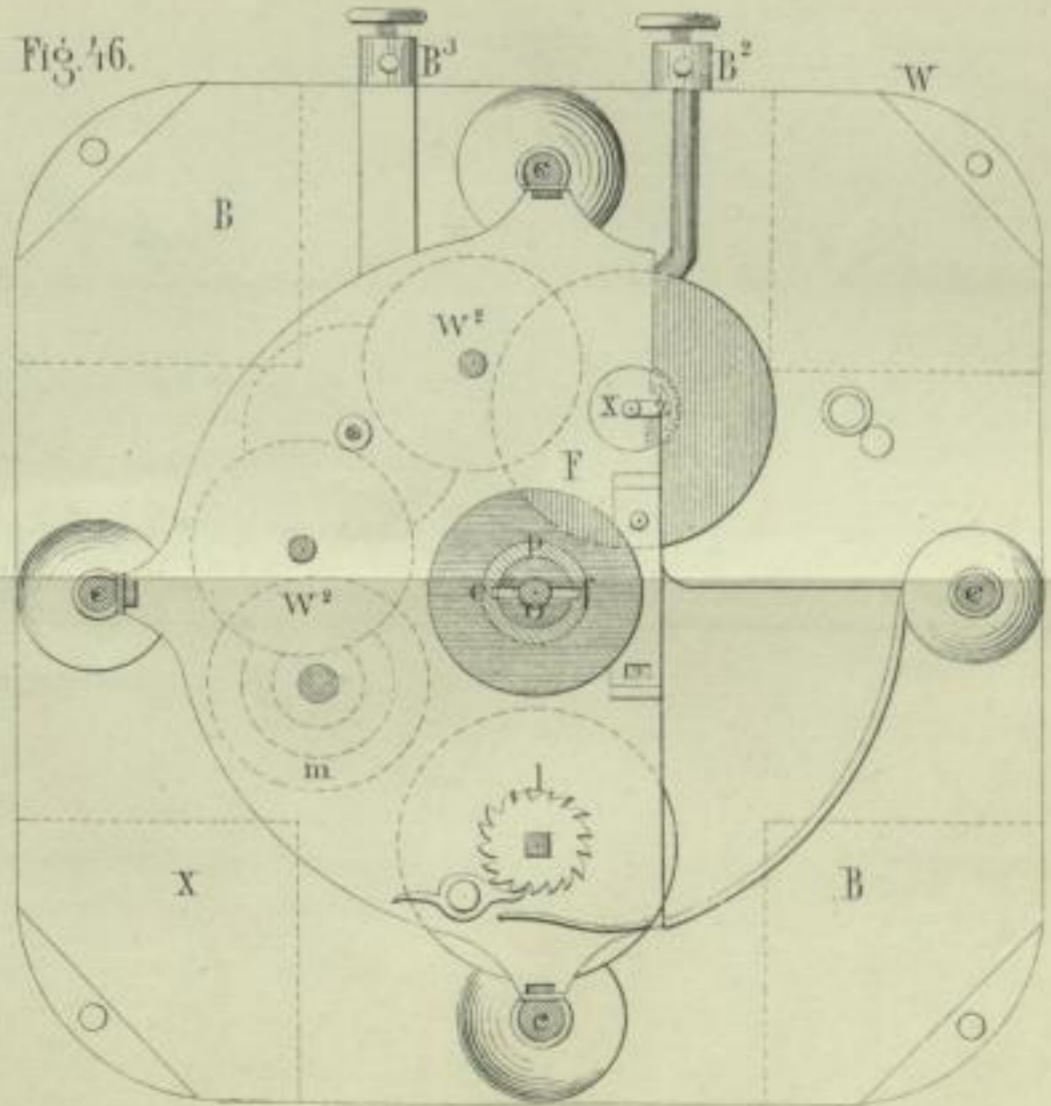
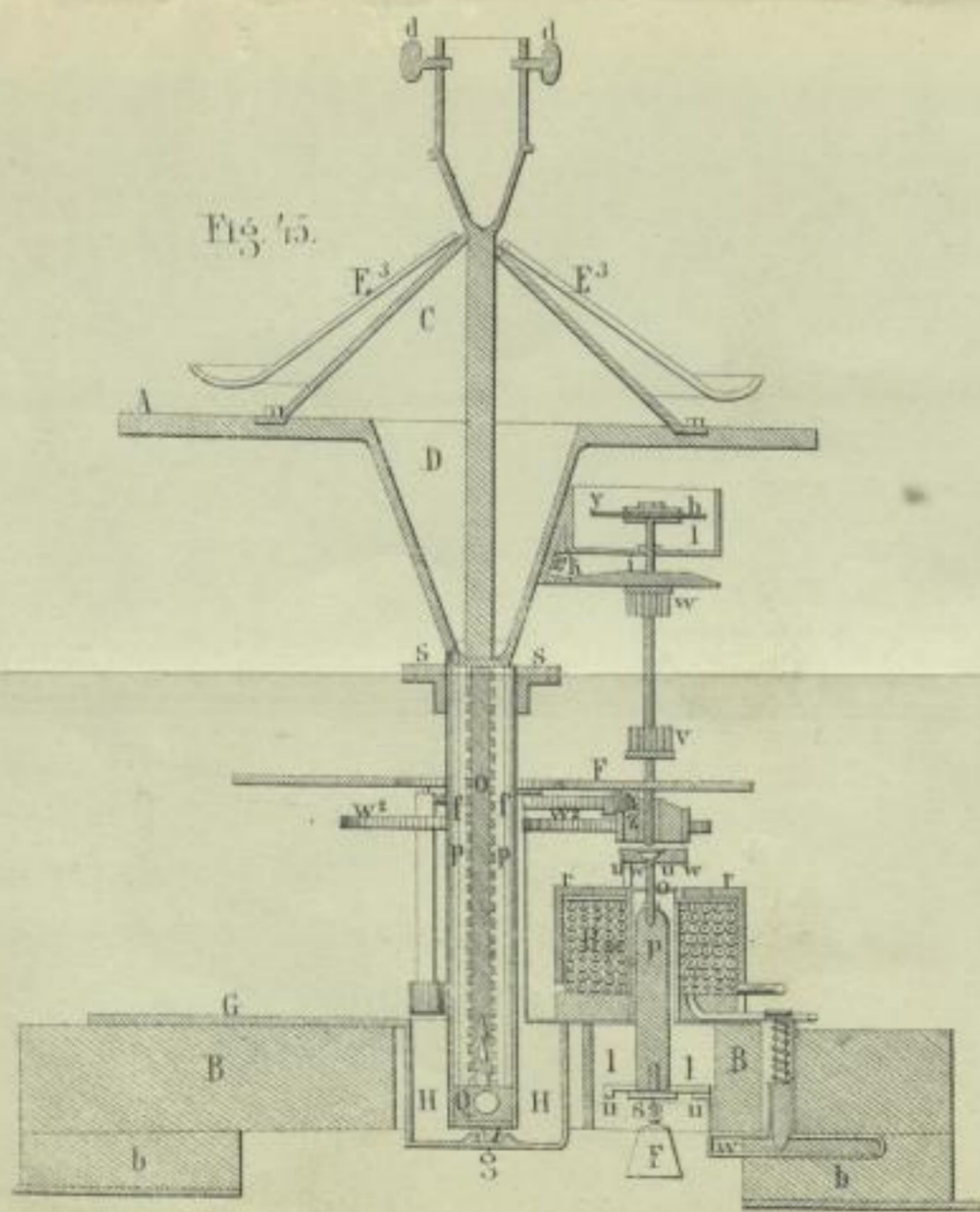


Fig. 38.



Fig. 47.





11.3.01



SLUB

Wir führen Wissen.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Fig. 44.

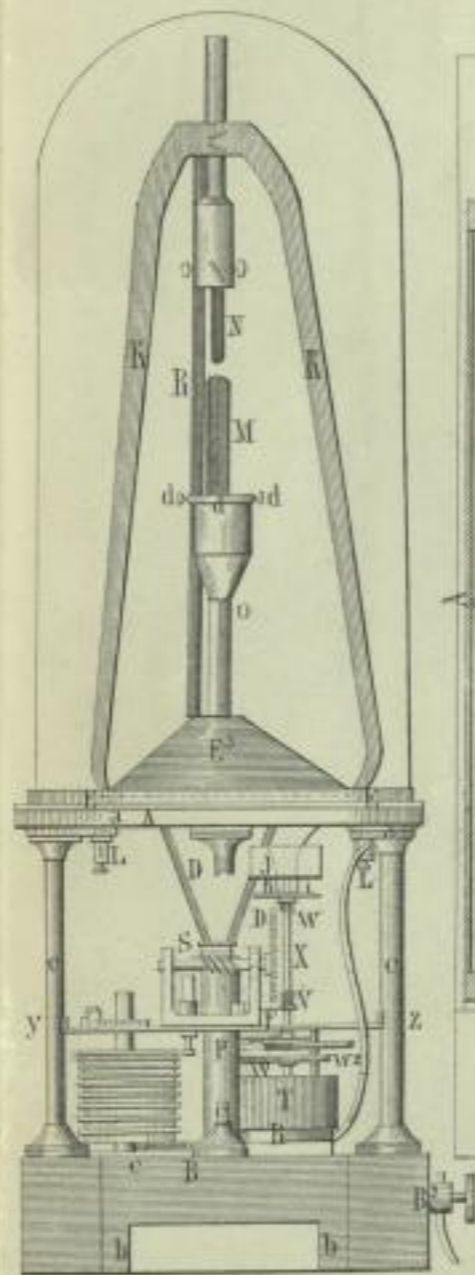
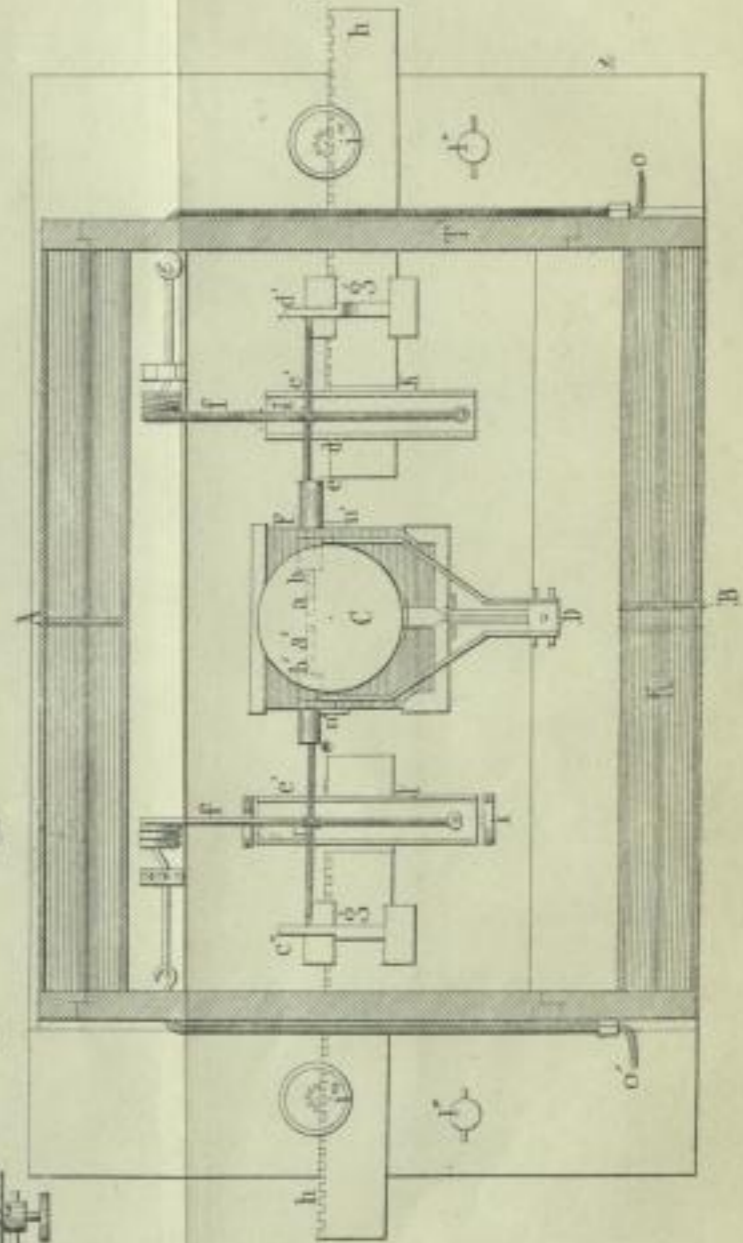
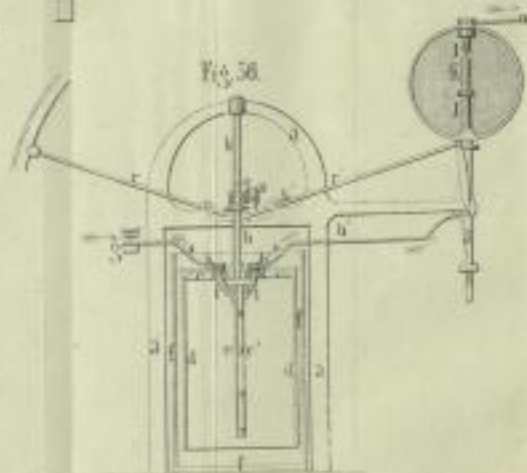
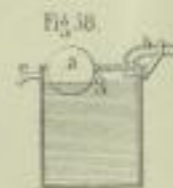
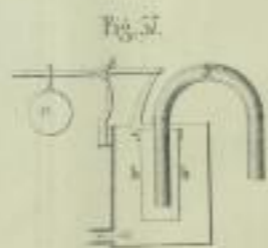
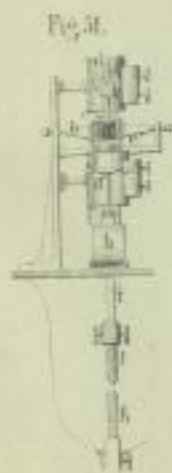
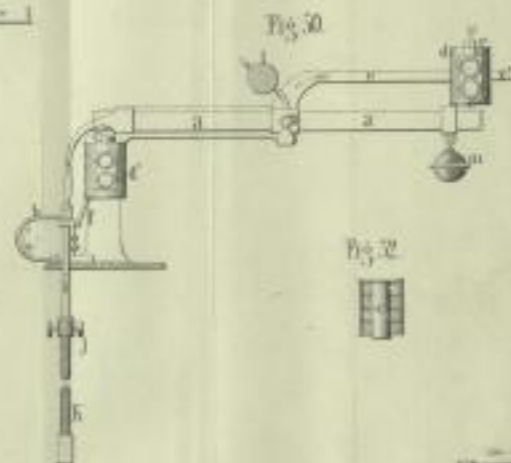
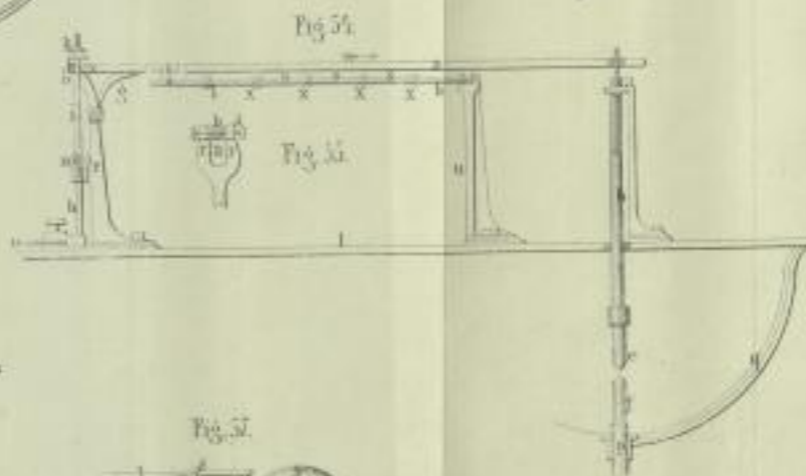
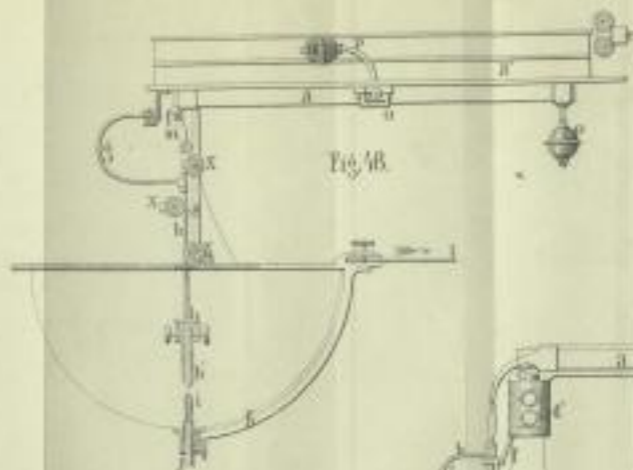
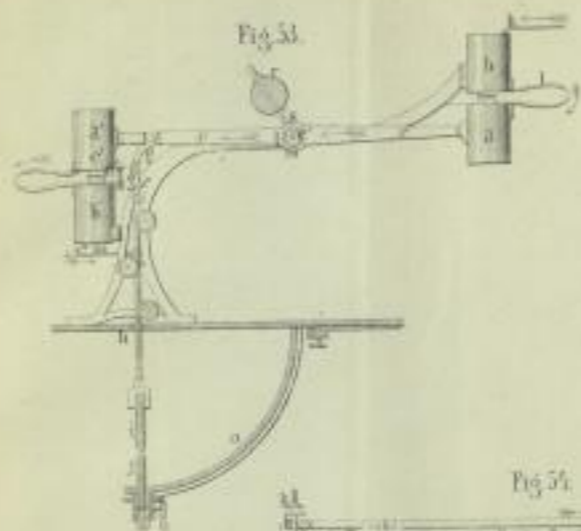


Fig. 65.









SLUB

Wir führen Wissen.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

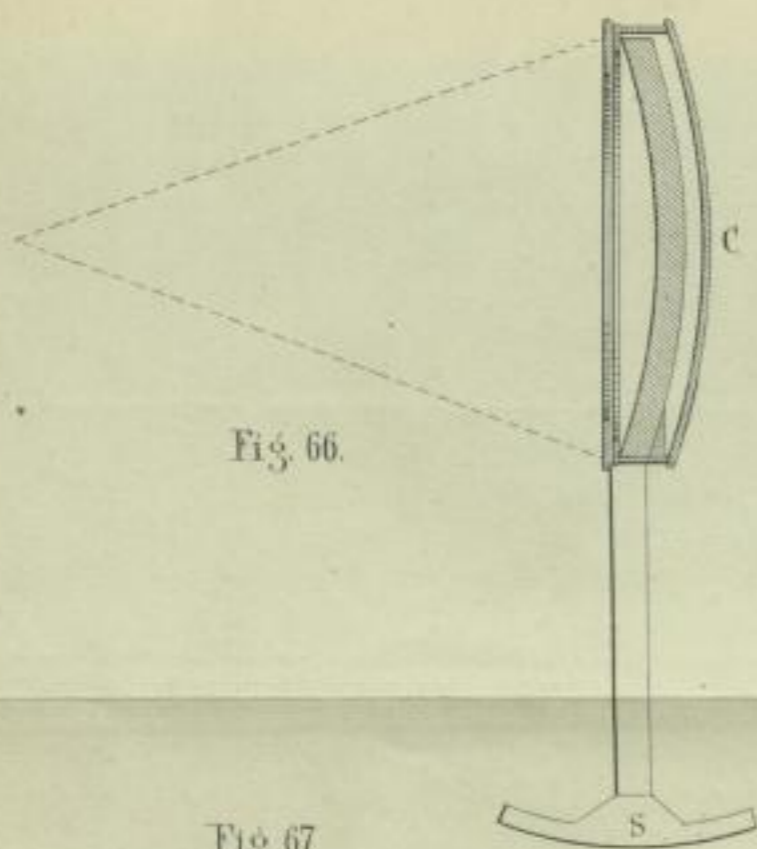


Fig. 66.

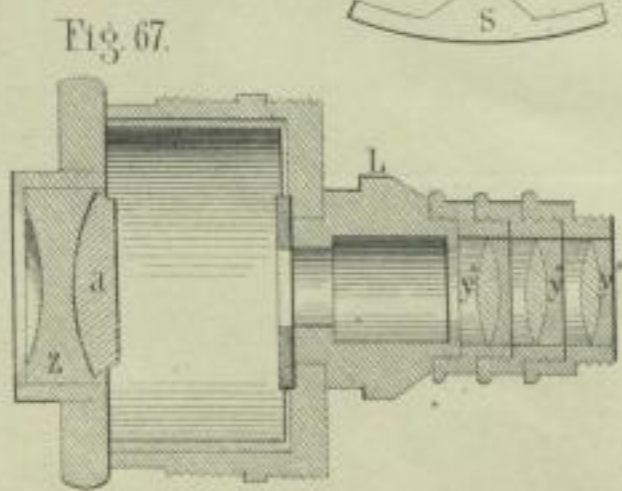


Fig. 67.

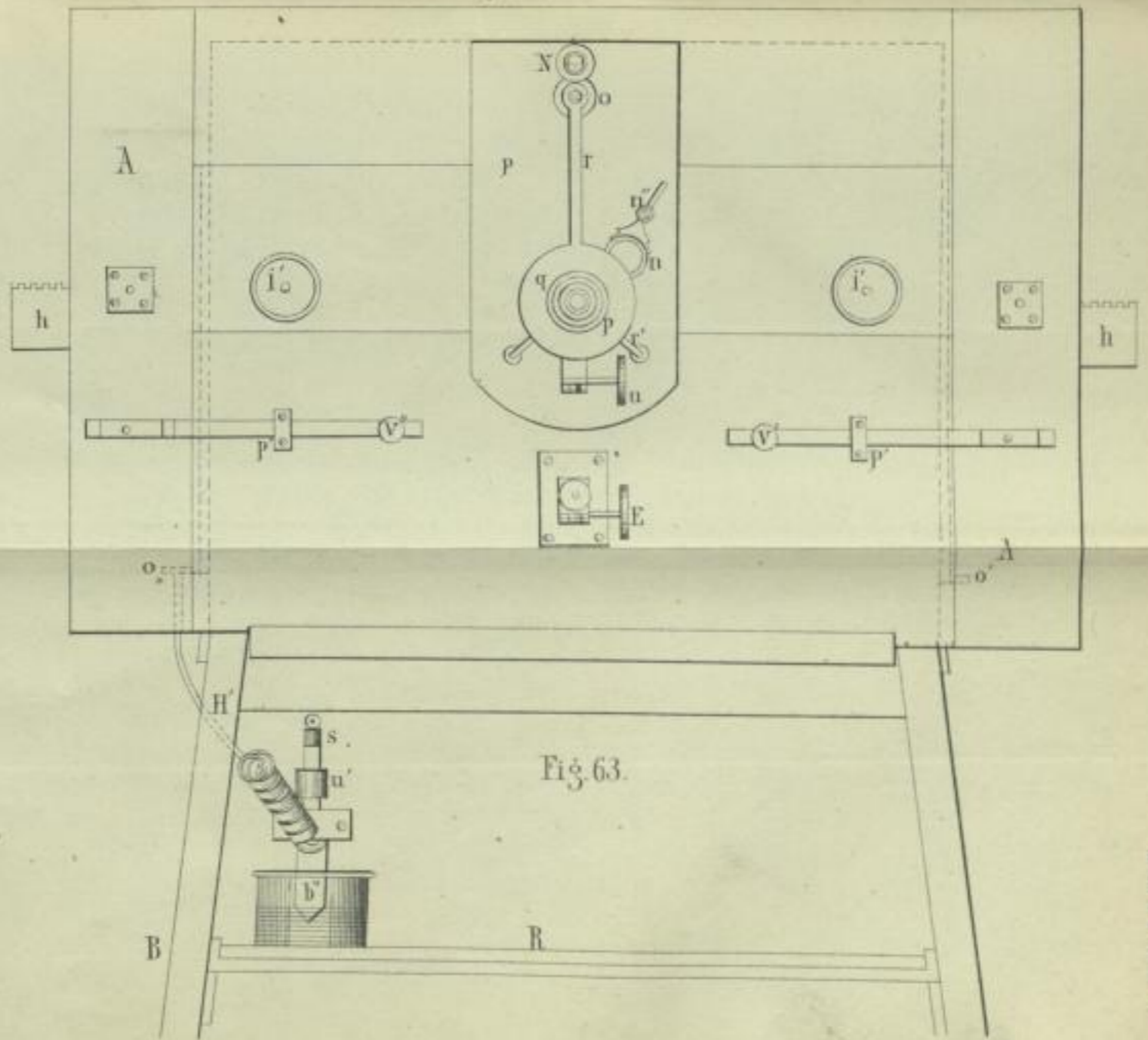


Fig. 63.



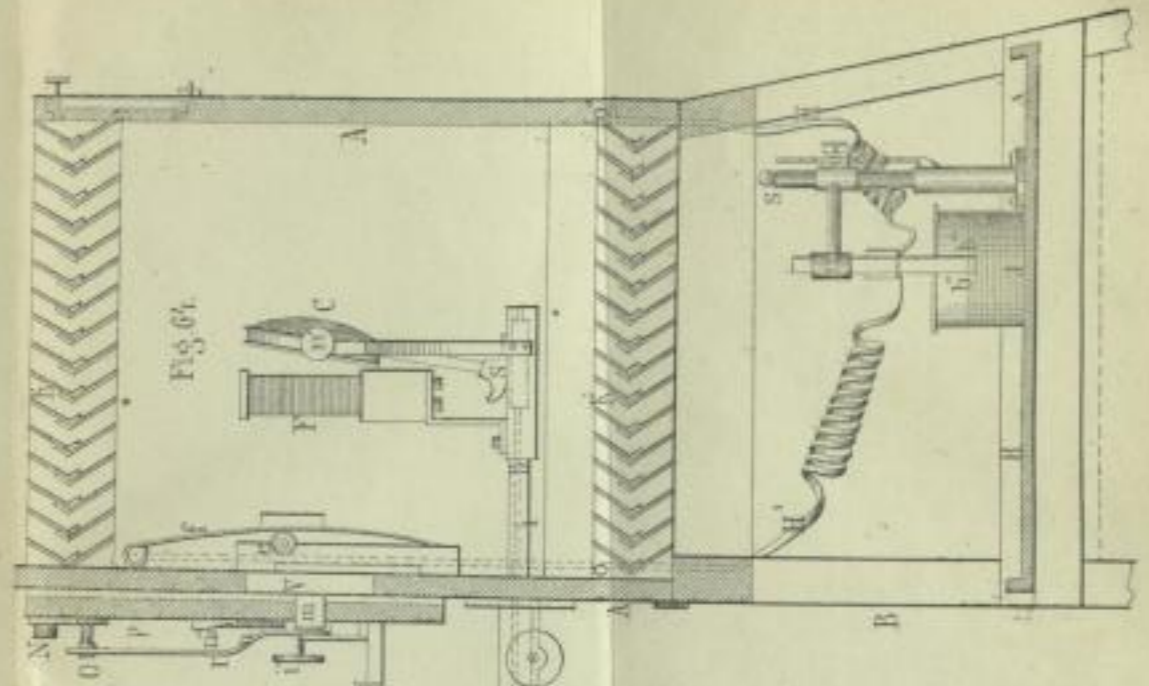


Fig. 64.

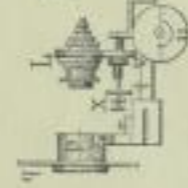


Fig. 68.

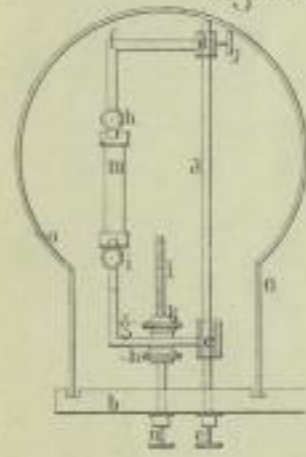


Fig. 69.

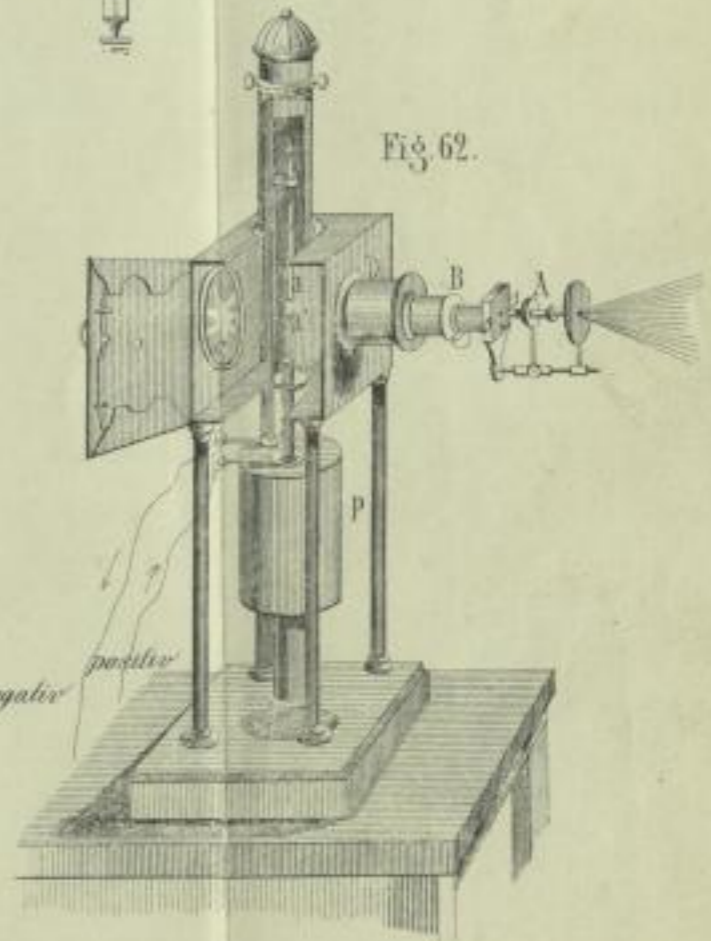


Fig. 62.

negativ
positiv



