

Elektrotechnische Rundschau.

Zweites Heft.



November 1889.

Ueber einige kürzlich entdeckte Beziehungen zwischen den Erscheinungen des Lichtes und der Elektricität.

Von Prof. Dr. J. G. Wallentin, Direktor des Staatsgymnasiums in Troppau.

(Fortsetzung und Schluss.)

Weitere Experimente von E. Wiedemann und H. Ebert zeigten, dass die positive und negative Elektricität sich ganz verschieden verhalte; so änderte die Entladungsform ihren Charakter vollständig bei Belichtung und Nichtbelichtung, wenn die negative Elektricität bei jener Kugel eintrat, welche den Lichtstrahlen ausgesetzt war, während keine Aenderung des Charakters der Entladungsform eintrat, wenn man die positive Elektricität verwendete. Es ist unzweifelhaft, dass die negative Elektricität Veränderungen im Uebergange der Entladungen hervorruft; die Stärke der Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf den Uebergang der negativen Elektricität ist von dem Drucke und von der Natur des Gases abhängig, in welchem die Entladungen vor sich gehen, ferner von der Art der Belichtung. Bei successiv abnehmendem Drucke nimmt die Stärke der Einwirkung zuerst zu, dann aber wieder ab. Die alleinige Belichtung der Luftstrecke zwischen den Elektroden besitzt keinen Einfluss; der Nachweis für diese Thatsache wurde in der Weise erbracht, dass der Strahlenkegel zwischen die Kugeln fallen gelassen wurde und dass die Kugeln selbst durch Papierstreifen beschattet wurden. Es musste stets die Stelle auf der Kugel selbst getroffen werden, von der die Entladung ausging, wenn eine Einwirkung der Belichtung bemerkt werden sollte. Die Versuche mit Wasserstoffgas ergaben Resultate, welche denen bei atmosphärischer Luft ganz analog verliefen; unter Anwendung von Kohlensäure wurde die sehr bemerkenswerthe Thatsache gefunden, dass es nicht bloss die extremsten ultravioletten Strahlen sind, welche die Erscheinung hervorrufen, sondern dass auch den sichtbaren Strahlen diese Wirkung in bedeutendem Masse zukommt; die beiden Forscher neigen der Ansicht zu, dass bei der Kohlensäure die wirksamen Strahlen in dem Gebiete zwischen den Linien G und K des Sonnenspektrums enthalten sind. Dass die Wärmestrahlen die Erscheinung nicht bedingen können, wurde in scharfsinniger Weise durch diesbezügliche Experimente dargethan. Die Theorie, welche E. Wiedemann und H. Ebert von diesen Phänomenen gegeben haben, ist eine sehr plausible. Aus den Versuchen und vorzugsweise aus dem Ergebnisse, dass man nur bei der negativen Elektricität einen Bestrahlungseinfluss nachweisen konnte, glaubten die Forscher schliessen zu müssen, dass die Erscheinung mit der Entwicklung der Kathodenstrahlen innigst zusammenhängt. Fällt auf die Elektroden Licht, so werden die Bedingungen zur Entwicklung der synchron schwingenden Kathodenstrahlen erleichtert. Da die Wellenlänge derselben in verschiedenen Gasen eine verschiedene ist, so werden in den verschiedenen Gasen Lichtstrahlen von verschiedenen Wellenlängen sich vorzüglich wirksam erweisen. Da weiters die Entwicklung der Kathodenstrahlen, wie durch mehrere Versuche, z. B. von Hittorf, Puluj u. a. dargethan ist, in einer von der individuellen Beschaffenheit des Gases bedingten Weise vom Drucke abhängt, so wird die Intensität des Einflusses, welchen das Licht, das die Elektroden trifft, ausübt, ebenfalls vom Drucke abhängig sein. Die beiden Forscher resumieren ihre Ansichten in der nicht

misszuverstehenden Form: »Die betrachtete Erscheinung wäre demnach nur als eine Art Resonanzphänomen aufzufassen, etwa vergleichbar der Einleitung von Explosionen durch die Explosion nur von ganz bestimmten Substanzen. Die Kathodenstrahlen machen dann gleichsam der nachfolgenden Entladung die Bahn frei.«

Zu dem gleichen Resultat in experimenteller Beziehung ist bereits schon Arrhenius gelangt; dieser Forscher hat durch Versuche, auf welche hier nicht eingegangen werden soll, gezeigt, dass die phosphoreszierende und die erleuchtete Luft zu einem Leiter der Elektrizität wird; er neigt auch der Ansicht zu, dass die phosphoreszierende oder die erleuchtete Luft nicht wie ein Metall, sondern wie ein Elektrolyt leitet.

Eine weitere Gruppe von Erscheinungen wurde durch die Arbeiten von Wilhelm Hallwachs über den Einfluss des Lichts auf elektrostatisch geladene Körper inauguriert. Er lud eine kleine geputzte Zinkplatte, welche mit einem Goldblattelektroskop verbunden war, positiv oder negativ elektrisch und setzte sie den Lichtstrahlen einer Siemensschen Bogenlampe aus. Er fand, dass, wenn die Platte samt Elektroskop, welches letzteres nicht von den Strahlen getroffen werden kann, negativ elektrisch geladen wird, die Goldblättchen lebhaft zusammenfallen; bei positiver Ladung tritt ein Zusammenfallen auf den ersten Blick gar nicht, bei genauerer Untersuchung erst nach längerer Zeit in merklichem Betrage ein. Betrug z. B. die Distanz der blanken Zinkplatte vom Lichtbogen 70 cm, so war die Abnahme der Divergenz bei negativer Ladung in 5 Sekunden 70 %, nach 10 Sekunden waren die Blättchen ganz zusammengefallen; bei positiver Ladung erreichte man in 60 Sekunden nur eine Abnahme von 10 %. Diese Aktion wurde auch in grossen Entfernungen, z. B. in jener von 3 Metern wahrgenommen; die Intensität der Wirkung hängt von der Grösse des Lichtbogens ab.

Es zeigten sich bei dieser Wirkung die äussersten violetten und die ultravioletten Strahlen beteiligt; die roten und ultraroten Strahlen bewirkten keine Abnahme der Ladung. Es wurden verschiedene Substanzen bezüglich ihrer Durchlässigkeit der Wirkung studiert; gut durchlässig erwiesen sich Marienglas, Bergkristall, Steinsalz, Kalkspat; Metalle, Papier und Pappe heben jede Abnahme der Divergenz auf; ebenso konnte bei Glimmer und bei Glas keine Spur von Abnahme bemerkt werden. Die Marienglasplatte mit Wasser benetzt verhielt sich ebenso wie eine Platte ohne Wasser; wurde dem Wasser ein Tropfen HgNO_3 hinzugefügt, so erweist sich die Platte undurchlässig; dasselbe geschah unter Anwendung von Petroleum. Auch Gase, z. B. Leuchtgas, hemmen wenigstens teilweise die Wirkung. Drahtnetze halten die Wirkung nicht auf.

Die Erscheinung wurde auch beobachtet, wenn man statt des elektrischen Bogenlichtes das Licht eines Magnesiumbandes benutzte; nur war in dem letztgenannten Falle die Aktion eine geringere. Aus diesem Versuche erschloss Hallwachs, dass die Ursache der Erscheinungen nicht in elektrostatischen Kräften bestehen könne. Aus den erwähnten Absorptionserscheinungen resultiert weiters, dass die Ursache des Phänomens nicht in materiellen Teilchen zu suchen sei, welche vom Lichtbogen weggeschleudert werden; auch die durch Strahlung hervorgerufene Temperaturänderung erweist sich einflusslos, da sonst die roten und ultraroten Strahlen wirksam sein müssten. Jedenfalls dürfte die betrachtete Erscheinung durch einen Prozess bedingt werden, der an der Oberfläche der Platten sich abspielt und weil die Aktion auf die positive und negative Elektrizität eine verschiedene ist, so glaubt Hallwachs, dass wahrscheinlich an der Oberfläche durch irgend welche Vorgänge eine

Scheidung der Elektrizität eintrete. Die Strahlen zeigten sich nur dann wirksam, wenn sie auf die Platte fielen; strichen sie entlang derselben, so verhielten sie sich unwirksam. War die Platte nicht geputzt, so verlor sie in einer Minute nur 18% ihrer ursprünglichen Ladung; war sie hingegen blank geputzt, so verlor sie unter sonst gleichen Umständen schon in 10 Sekunden alle Elektrizität. Es wurde weiter gezeigt — und dieses Experiment scheint für die Theorie der Erscheinung besonders massgebend zu sein — dass die Entladung der negativen Elektrizität in einem Uebergang derselben auf die Umgebung (in dem Versuche auf eine in der Nähe aufgestellte, nicht belichtete Goldplatte) bestehe.

Die Versuchsergebnisse von W. Hallwachs wurden vollinhaltlich durch weitere Experimente von M. Hoor bestätigt. Er ist der Ansicht, dass unter dem Einflusse der ultravioletten Strahlen die Moleküle der an der Platte angehäuften Gasschicht in Bewegung geraten und dabei die Elektrizität mit sich fortführen, wie eine analoge Erscheinung bei der Wasserelektrolyse beobachtet wurde: denn schon ein schwacher Strom vermag bei Anwesenheit von Luft in dem angesäuerten Wasser von der Anodenplatte zur Kathetenplatte zu gelangen, trotzdem dieser Elektrizitätsströmung ein grosser Widerstand entgegengesetzt wird. Es ist dies eine Konvektionserscheinung und man könnte die von Hallwachs und Hoor beobachtete Erscheinung eine photoelektrische Konvektion bezeichnen. Dem Verfasser erscheint es nicht unwesentlich, darauf aufmerksam zu machen, dass das Ergebnis des Versuches, nach welchem nur Strahlen, welche auf die Platte auffallen und sie nicht bloss streifen, die Entführung der negativen Ladung bewirken, in Zusammenhang mit der erwähnten Theorie der photoelektrischen Konvektion gebracht, nur dann fassbar wird, wenn man an der Transversalität der Lichtschwingungen festhält. Durch Aetherschwingungen, welche im Strahle longitudinal verlaufen, könnte z. B. bei senkrechter Incidenz der Strahlen auf die Zinkplatte die an der Platte angehäuften Gasschicht nicht in Bewegung geraten und deren Elektrizität nicht fortgeführt werden.

Die beiden früher öfter ausgesprochenen Hypothesen, welche zur Erklärung des Hallwachsschen Phänomens sich eignen würden, dass nämlich die Lichtschwingungen sich in elektrische Schwingungen umsetzen oder dass eine Modifikation in der Leitungsfähigkeit des den Konduktor umgebenden Mediums stattfindet, findet der erwähnte Physiker M. Hoor nach seinen Experimenten unhaltbar. Nur eines bleibt nach sämtlichen bisher aufgestellten Theorien unaufgeklärt und dies ist der Umstand, dass eine negativ geladene Zinkplatte den ultravioletten Strahlen gegenüber sich ganz anders verhält als eine ebensolche Platte, welche mit positiver Ladung versehen ist.

Im April 1888 veröffentlichte W. Hallwachs eine weitere Abhandlung »über die Elektrisierung von Metallplatten durch Bestrahlung mit elektrischem Licht,« deren wesentlichste Punkte folgende sind: Es wurde eine kreisförmige Metallplatte von 8 cm Durchmesser an einem isolierten Draht im Innern eines cylindrischen, mit der Achse horizontal liegenden Gefässes aus Eisenblech aufgehängt. Letzteres hatte eine alte, teilweise berostete Oberfläche und war an einer blanken Stelle mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt. Der Aufhängedraht war mit einem Elektrometer (nach Hankel) verbunden und es wurde für die sorgfältige Isolierung desselben gesorgt. Durch eine Oeffnung im Eisencylinder konnten die Strahlen einer Bogenlampe auf die bewegliche Platte fallen. Der Lichtbogen war 45 cm von der Platte entfernt. Die früher erwähnte Hülle stellte man deshalb aus verrostetem Eisen her, damit ihr Kontaktpotential gegen die einzuhängenden Metallplatten immer negativ aus-

fiel und so die Potentialerhöhungen, welche das Elektrometer erfürhe, eindeutig erklärt werden konnten. Würde nämlich die Platte gegen die Umhüllung negativ gewesen sein, so wäre eine Potentialerhöhung auch wegen der Fortführung der negativen Elektrizität durch die Beleuchtung, wie aus den früheren Versuchen hervorgeht, eingetreten. War die Oeffnung mit Glimmer bedeckt, so zeigte das mit der beleuchteten Platte verbundene Elektrometer keine Potentialdifferenzänderung an; wurde hingegen eine Marienglasplatte angewendet, so zeigte das Elektrometer eine positive Ladung der Platte an. Die beobachtete Elektrizitätserregung dürfte wahrscheinlich denselben Strahlen zu verdanken sein, wie der früher beschriebene Einfluss des Lichts auf elektrostatisch geladene Körper. Als Metallplatten wurden angewendet Platten von Zink, Messing und Aluminium. Diese mussten sehr gut gereinigt sein, wenn die Erscheinung zum Vorschein kommen sollte.

Die erwähnten Versuchsgruppen zeigen, dass elektrostatische Ladungen durch Lichtstrahlung entfernt, dass umgekehrt elektrostatische Ladungen durch dieselbe Einwirkung erzeugt werden können. Das Band, welches die beiden Naturkräfte — Licht und Elektrizität — verknüpft, ist allerdings aus diesen Versuchen nicht mit voller Klarheit zu erkennen.

Wenn sich zwei verschiedenartige Metallplatten berühren, so wird zwischen denselben eine elektromotorische Kraft rege; wie nun von A. Righi dargethan wurde, nimmt die Lichtstrahlung ebenfalls Einfluss auf diese Elektrizitätserregende Kraft. Es wurde eine Metallscheibe und ein Drahtnetz aus verschiedenen Metallen zu diesen Versuchen in Anwendung gebracht; Metallscheibe und Drahtnetz wurden in geringer Distanz parallel zu einander aufgestellt. Man lud die Vollscheibe mit Elektrizität bis zu einem gewissen Potential und entlud sie wieder; wurde dann ein Strahlenbündel durch das Drahtnetz auf die Vollscheibe fallen gelassen, so lieferte die Messung den Nachweis einer Elektrizitätserregung und diese hängt wesentlich von der Entfernung der Lichtquelle und der Grösse der Metallfläche ab. Während die Sonnenstrahlen wirkungslos blieben, waren die Erfolge bei Magnesium-, noch besser bei Bogenlicht zu erkennen. Das erwähnte System kann als ein photo-elektrisches Element betrachtet werden.

In den Sitzungsberichten der Pariser Akademie hat der Physiker A. Stoletow Versuche veröffentlicht, welche mit den Righischen analog sind und eine Bestätigung derselben bilden. Er brachte ebenfalls die Vollscheibe und das Drahtnetz in Anwendung. Erstere verband er mit dem negativen, das Drahtnetz mit dem positiven Pole eines galvanischen Elementes und schaltete in die Leitung ein empfindliches Galvanometer ein. So oft nun eine Belichtung eintrat, zeigte das Galvanometer einen Ausschlag und die Galvanometernadel blieb in der Ausschlagstellung, was auf einen Strom hinweist, der die Leitung durchfließt. Brachte man einen Quarzschirm zwischen dem Netze und der Lichtquelle an, so wurde die erwähnte Wirkung nur unbedeutend modifiziert; anders war es, als ein Glasschirm in dieselbe Stellung gebracht wurde. In dem letztgenannten Falle kehrte die Galvanometernadel in die Ruhelage zurück. Der eben erwähnte photo-elektrische Strom wurde nur dann hervorgerufen, wenn die Vollplatte mit dem negativen Pole des galvanischen Elements in Verbindung gesetzt war; auch ist aus den Experimenten von Stoletow deutlich ersichtlich, dass die Beschaffenheit der Oberfläche der belichteten Platte einen grossen Einfluss auf die Intensität der Erscheinung besitzt. Die oben angegebenen Experimente mit dem Quarzschirm lassen wohl den Schluss zu, dass die brechbarsten Teile des Spektrums die Erscheinungen bedingen; dass die Wärmestrahlen speziell unwirksam sind, ist durch

einen sehr gelungenen Versuch von Blondlot dargethan worden: Es wurde die Metallplatte durch eine sehr feine, durch einen Spalt ausfliessende freie Wasserschicht ersetzt; wurde dieselbe von den Strahlen getroffen, so wurde die Ablenkung der Galvanometernadel nicht hervorgerufen; das Wasser ist also für die elektrisch wirksamen Strahlen durchlässig; andererseits zeigten aber kalorische Messungen, dass die vorüberfliessende Wasserschicht mehr als die Hälfte der eindringenden Wärme in sich aufnahm. Es hat übrigens bereits Hallwachs dargethan, dass die Lichtstrahlen, welche eine Wasserschicht durchsetzt haben, elektromotorisch wirksam verbleiben.

Die erörterten Beziehungen zwischen Elektrizität und Licht, welche die Basis für weitere und noch subtilere Untersuchungen bilden werden, sind geeignet, schon jetzt eine Ansicht über das Wesen der Elektrizität auszusprechen, die wohl nicht ohne weiters von der Hand gewiesen werden dürfte. Analog den andern Naturkräften — dem Schalle, der strahlenden Wärme, dem Lichte, den chemischen Naturkräften der ultravioletten Strahlen — dürfte auch die Elektrizität Schwingungen desselben Mediums entspringen, welches als »Aether« bezeichnet wird. Diese Schwingungen werden aber mit geringerer Rapidität verlaufen, wie die der ultraroten Strahlen und werden denselben Gesetzen wie die bisher beobachteten Schwingungen unterworfen sein. Insbesondere werden auch die Interferenzen dieser Schwingungen sich in den Erscheinungen geltend machen. — Dass durch Belichtung einer Platte Elektrizität erzeugt werden kann, wie es die Versuche von Hallwachs und andern, deren wir oben Erwähnung gethan haben, zeigten, wäre dann in der Weise zu deuten, dass der Aether, welcher die Platte umgibt und in den Molekularinterstitien derselben vorhanden ist, ins Schwingen unter dem Einfluss der auffallenden Strahlen kommt, dass also Schwingungen hervorgerufen werden, deren Schwingungszahl zum Zustandekommen elektrischer Erscheinungen passend ist. Diese Erscheinung wäre analog den Fluoreszenzerscheinungen, in denen durch auffallende Strahlen von einer gewissen Brechbarkeit Strahlen von einer andern Brechbarkeit hervorgerufen werden. — Dass andererseits durch Strahlung elektrische Ladungen entfernt werden können, wie dies aus den früher beschriebenen Versuchen hervorgeht, könnte als ein Interferenzphänomen elektrischer Schwingungen gedeutet werden; die Schwingungen der auffallenden Strahlen, welche Elektrizität zu erzeugen im stande sind, und jener, in welchen der Aether, der die elektrostatisch geladene Metallplatte umgibt, sich befindet, können unter Bedingungen zusammenstossen, unter denen eine Annullierung der Bewegung zustandekommen wird. — Die oben beschriebenen Versuche von Hertz, durch welche dargethan wurde, dass eine ausgebliebene Entladung durch Bestrahlung der Funkenstrecke wieder eingeleitet werden kann, wären auch mit der erörterten Hypothese verträglich; die Erscheinung würde analog dem Resonanzphänomen der Akustik sein. — Nach diesen kurzen Auseinandersetzungen ist ersichtlich, dass die aufgestellte Hypothese einigermaßen geeignet erscheint, die Basis für eine Theorie der in den letzten zwei Jahren entdeckten Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität zu bilden. Die Elektrooptik würde durch konsequente Verfolgung dieser Hypothese in das Gebiet der erklärenden Naturwissenschaften eintreten.

Die wichtige Frage nach dem Wesen der Elektrizität wurde von Hertz in meisterhaften Experimentaluntersuchungen diskutiert; es kann auf dieselben an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden und es muss die Erörterung derselben einer andern Arbeit vorbehalten bleiben. Vorderhand sei diesbezüglich nur folgendes bemerkt: es wurde durch die Experimente von Hertz nachgewiesen, dass die Verteilung der Elektrizität in einem Isolator von elektro-

dynamischen Wirkungen begleitet ist, diese verbreiten sich mit einer der Messung unterworfenen Geschwindigkeit; weiter — und dies ist wohl die bedeutendste Errungenschaft der Hertz'schen Untersuchungen — wurde die den Wellengesetzen vollkommen entsprechende Ausbreitung der Induktion durch den Luftraum vor Augen geführt. Auch der englische Physiker Lodge hat auf direktem Wege sich fortpflanzende elektrische Wellen erhalten, die sich nur durch ihre Länge von den Lichtwellen unterscheiden, sonst dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit wie die Lichtwellen besitzen und den Gesetzen der Reflexion, Brechung und Absorption in derselben Weise unterworfen sind, wie die bisher beobachteten Strahlengattungen. Die absolute Geschwindigkeit der elektrodynamischen Ausbreitung durch die Luft betrug in den Hertz'schen Untersuchungen per Sekunde 320 000 Kilometer, während die Fortpflanzung im Kupferdrahte sich zu 200 000 Kilometer ergibt. — Durch Reflexion von elektrischen Schwingungen gelang es Hertz sogar, diese und die reflektierten Wellen zur Interferenz zu bringen und auf diese Weise in der wellenförmig sich fortpflanzenden Induktion Knoten- und Bruchstellen nachzuweisen.

Näher auf diese Untersuchungen einzugehen, verbieten die dieser Abhandlung gesteckten Grenzen. Es ist demnach wohl kaum daran zu zweifeln, dass die elektrischen Phänomene durch periodische Bewegungen des mit »Aether« bezeichneten Mediums bedingt werden, wie denn überhaupt diese Bewegungen in dem Weltall die grösste Rolle spielen. Es ist weiter zu hoffen, dass die neuesten Entdeckungen auf dem Gebiete der Elektrooptik, welche die Forscher noch vielfach anregen werden, dazu beitragen werden, eine mechanische Theorie der Elektrizität zu schaffen und so den erklärenden Naturwissenschaften eine gewisse Abrundung zu erteilen, denn das Streben der heutigen Physik ist darauf gerichtet, die Phänomene als mechanische, d. h. durch Bewegung bedingte, zu erklären.

Troppau, im August 1889.

Die Entwicklung der neueren Gleichstrommaschinen in Bezug auf Wirkungsgrad und Funkenlosigkeit.

Von Dr. A. Krebs in Berlin.

Als man vor nicht langer Zeit zu der Einsicht gekommen war, dass man zur Erzielung eines möglichst hohen Wirkungsgrads bei elektrischen Maschinen vor allem auf die Anordnung und die Grössenverhältnisse der Feldmagnete, sowie des Ankereisens Rücksicht zu nehmen habe, da wurde allenthalben eine fieberhafte Thätigkeit entwickelt, um die Dynamomaschinen in dieser Richtung auszubilden. Der Grundsatz, möglichst viele der erzeugten Kraftlinien in den Anker zu zwingen, war der allein herrschende. Er war es, welcher das Elektromagneteisen aus einem einzigen Stück weichen Eisens, von geringem magnetischem Widerstande (geringer Länge und grossem Querschnitt) forderte, er war es, welcher die Menge des Ankereisens vermehrte und ihm eine Form gab, die den Luftraum zwischen Pol und Anker auf ein Minimum beschränkte. So finden wir kurze, dicke Elektromagnetschenkel, welche, um jeden Verlust an Kraftlinien zu vermeiden, vollkommen symmetrisch angeordnet sind, wie bei den Maschinen von Kennedy (Fig. 1), Lahmeyer (Fig. 2), Mather & Platt (Westminster-, Oerlikon-, Esslinger-Dynamo) (Fig. 3), sowie bei den Innenpolmaschinen von Siemens und Fein (Fig. 4) und den grossen vielpoligen Maschinen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (Fig. 5). In bezug auf den Anker bemerken wir eine weit grössere Eisenmenge als früher,

damit er im stande sei, die Kraftlinien der Feldmagnete völlig aufzunehmen. Da ferner die Ankerwicklung, der Luftraum zwischen Pol und Anker, vermehrt werden musste, so legte man die Drähte dicht unter die Oberfläche des Anker Eisens (Oerlikon), oder in Rinnen (Zahnanker).

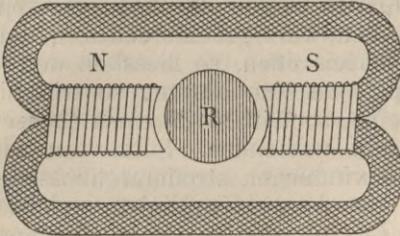


Fig. 1.

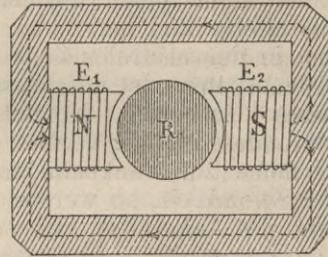


Fig. 2.

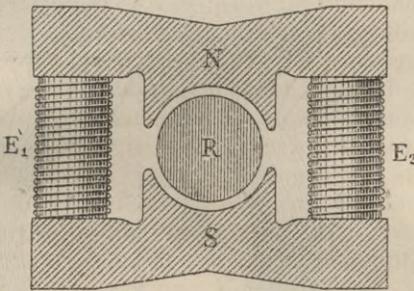


Fig. 3.

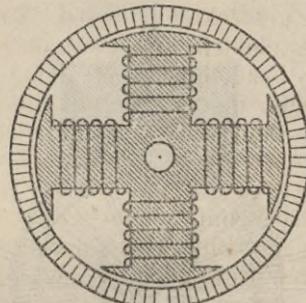


Fig. 4.

Und nun hätte man wohl erwarten sollen, dass bei dieser bis ins einzelne durchdachten Anordnung die Maschinen vorzüglich arbeiten würden. In der That erreichte man auch gegenüber den älteren Maschinen einen ganz erstaunlichen Wirkungsgrad, gleichzeitig aber machte sich ein Missstand bemerkbar, welcher geeignet war, diese äusserst rationellen Maschinen praktisch unbrauchbar zu machen. Die Maschinen zeigten nämlich eine erhebliche Neigung zur Funkenbildung.

Merkwürdigerweise ist es fast um so schwieriger, die Funkenbildung zu verhindern, je rationeller die Maschinen gebaut sind, und es lässt sich die Thatsache nicht verkennen, dass die älteren weniger rationell gebauten Maschinen vor den neueren den Vorteil der Funkenlosigkeit voraushaben, wiewohl bei ihnen alle Umstände, welche man heute zur Verhinderung der Funkenbildung beachtet, wie z. B. »wenig Windungen pro Stromsammlerstreifen« keine Berücksichtigung fanden. Es scheint daher, dass die Bedingungen für einen hohen Wirkungsgrad nicht mit denen der Funkenlosigkeit übereinstimmen. Ferner dürfte kaum bestritten werden, dass die Hauptforderung, welche an jede Dynamomaschine gestellt wird, funkenloser Gang

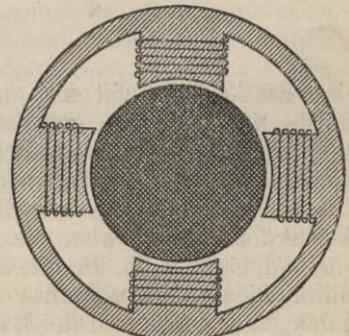


Fig. 5.

ist und dass die Forderung eines hohen Wirkungsgrads erst in zweiter Linie steht; denn eine Maschine mag einen noch so hohen Wirkungsgrad haben, das »Feuern« der Bürsten macht sie praktisch unbrauchbar.

Um die Bedingungen der Funkenlosigkeit zu erkennen, müssen wir auf die Ursache der Funkenbildung zurückgehen. Zu dem Ende bewegen wir der Einfachheit halber einen Ringanker in einem von zwei Polen gebildeten magnetischen Felde und betrachten die Vorgänge in den durch die Bürsten, die zunächst in der neutralen Zone liegen sollen, kurz geschlossenen Spulen, den sog. Bürstenspulen. Ist der äussere Stromkreis offen, so fliesst in den Ankerwindungen kein Strom. Kommt eine Spule an eine Bürste, so tritt sie aus einem stromlosen Kreis, verlässt sie dieselbe, so tritt sie in einen ebensolchen. Eine Ursache zur Funkenbildung ist nicht vorhanden. Schliessen wir den äusseren Stromkreis, so werden die Ankerwindungen stromdurchflossen, magnetisieren das Ankereisen und erzeugen eine Anzahl Kraftlinien, welche senkrecht zu denen des Feldes verlaufen (Fig. 6). Kommt jetzt eine Spule an

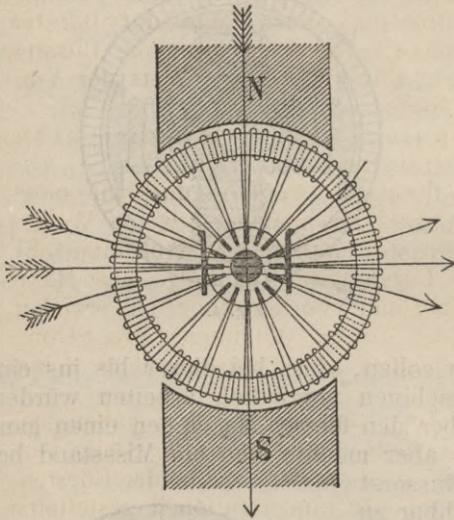


Fig. 6.

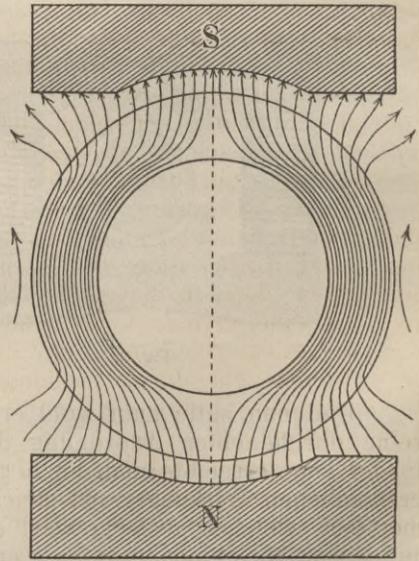


Fig. 7.

eine Bürste, so tritt sie aus einem stromdurchflossenen Kreis. Durch die Bürste wird sie kurz geschlossen und es entsteht ein Selbstinduktionsstrom, welcher jedoch noch während des Kurzschlusses sich ausgeglichen haben dürfte. Die Spule würde also jetzt beim Verlassen der Bürste stromlos in einen stromdurchflossenen Kreis eintreten und den Ankerstrom schwächen. Ausserdem wirken aber die Ankerkraftlinien induzierend auf die Bürstenspule ein und erregen in ihr einen Strom, welcher in bezug auf den jenseits der Bürste fließenden, von entgegengesetzter Richtung ist. Die Bürstenspule tritt daher nach Verlassen der Bürste nicht nur stromlos, sondern sogar von einem entgegengesetzten Strom durchflossen in den Stromkreis der folgenden Ankerwindungen. Der Strom dieser Ankerhälfte wird daher ganz erheblich geschwächt. Jeder Schwächung des Stroms entspricht aber ein Funke an der Bürste nach Analogie der Oeffnungsfunken. Die Schwächung des Ankerstroms ist es also, welche die Funkenbildung verursacht. Um sie zu vermindern,

verschieben wir zunächst die Bürsten in Richtung der Umdrehung, bis die Ankerkraftlinien von denen des Feldes aufgehoben werden, also in die sog. resultierende neutrale Zone. Dann wird in der Bürstenspule kein entgegengesetzter Strom mehr induziert. Sie tritt daher beim Verlassen der Bürste stromlos in die Reihe der stromdurchflossenen Ankerwindungen. Die Schwächung des Ankerstroms ist somit wesentlich vermindert. Immerhin ist sie noch vorhanden, wie das, wenn auch geringere, Feuern der Bürste zeigt. Wir können jedoch das Feuern der Bürste vollkommen vermeiden, wenn wir auch noch die Schwächung des Ankerstroms, welche durch Vermehrung der Ankerspulen um eine stromlose Spule entsteht, verhindern. Zu dem Ende verschieben wir die Bürsten noch weiter, bis die Bürstenspule in ein magnetisches Feld kommt, welches in ihr noch während des Kurzschlusses einen Strom von der ungefähren Stärke und Richtung des in den folgenden Ankerwindungen kreisenden erregt. Verlässt dann die Spule die Bürste, so tritt keine Schwächung auf und die Maschine läuft funkenlos. Um also bei einer Maschine einen funkenlosen Gang zu erhalten, müssen wir die Bürstenspule auf den Stromstoss vorbereiten. Die Vorbereitung der Bürstenspulen geschieht hiernach auf Kosten einer Anzahl von Kraftlinien. Die Klemmspannung der Maschine wird daher für die funkenlose Lage der Bürsten nicht ihr Maximum haben; dieses erreichen wir vielmehr, wenn die Bürsten in der resultierenden neutralen Zone liegen. Für die Art und Weis der Vorbereitung ergibt sich daher folgende Forderung:

»die Vorbereitung der Bürstenspule ist derart einzurichten, dass die Klemmspannung möglichst wenig sinkt.«

Zu dem Ende haben wir die Ankerspulen derart zu wählen, dass sie möglichst wenig Vorbereitung brauchen, also dass sie möglichst wenig Widerstand bieten; denn in diesem Fall benötigen wir eine geringe Kraftlinienzahl, also auch eine geringe Verschiebung der Bürsten aus der Lage des Maximums der Klemmspannung, um eine genügende Vorbereitung zu erzielen. Wir erreichen dies durch Verminderung der Anzahl Windungen pro Stromsammlerstreifen. Uebrigens ist die Vierteiligkeit des Stromsammlers schon länger bekannt und in der Praxis verwendet.

Ein anderer Punkt bedarf aber noch der Beachtung. Wir haben bislang einfach angenommen, dass in dem magnetischen Felde eine Stelle vorkomme, wo die Zahl der Kraftlinien gerade so dicht ist, um in der Bürstenspule die geeignete Stromstärke zu induzieren. In einem rationell gestalteten Feld (Fig. 7) werden wir jedoch kaum eine solche Stelle finden. Die Kraftlinien treten fast alle direkt zwischen Pol und Anker ein, so dass sich selbst bei der geringsten Verschiebung in der Nähe der Pole die Zahl der die Bürstenspule treffenden Kraftlinien ganz beträchtlich ändert. Wie soll also in einem solchen Felde überhaupt eine funkenlose Bürstenstellung möglich sein?

Um eine funkenlose Bürstenstellung zu erreichen, muss das Feld derart gestaltet sein, dass die von den Polen gelieferten Kraftlinien an allen Stellen des Rings mit sanft zu- oder abnehmender Dichte eintreten. Dann allein findet sich eine Lage, in welcher die Bürstenspule gerade die nötige Vorbereitung erhält. Das Feld der älteren unrationell gebauten Maschinen, mit Polen, welche den Anker fast umschliessen, mit grossem Luftraum zwischen Pol und Anker und mit wenig, leicht übersättigtem Ankereisen, zeigt einen derartigen sanften Verlauf; wir verstehen also, warum bei ihnen die Funkenbildung gering sein konnte.

Wie aber sind die neueren Maschinen abzuändern, damit auch bei ihnen das Feld sanfter wird? Zu dem Zweck lassen sich drei Wege einschlagen.

Der erste besteht darin, dass man die Ankerdrähte in schiefer Lage auf dem Anker befestigt, so dass die einzelnen Drahtteile, an verschiedenen Stellen des magnetischen Feldes liegend, durch gleichzeitige Erregung entgegengesetzter an Stärke ungleicher elektromotorischer Kräfte eine allmählichere Induktion erfahren. Zweitens kann man ein sanfteres Feld erhalten, wenn man den bewickelten Anker mit einer Eisenhülle umgibt, etwa dadurch, dass man den fertig gestellten Anker vollkommen mit Eisendraht umwickelt (Lahmeyer). Es treten dann die Kraftlinien der Pole durch die leicht übersättigte Eisenhülle an allen Stellen mit wechselnder Dichte in den Anker. (Ein kleiner Teil ist allerdings auch durch die Eisenhülle in sich geschlossen.)

Drittens erhalten wir ein möglichst sanftes Feld, wenn wir die Pole durch eine Eisenhülle (Eisencylinder) (Fig. 8) miteinander verbinden und

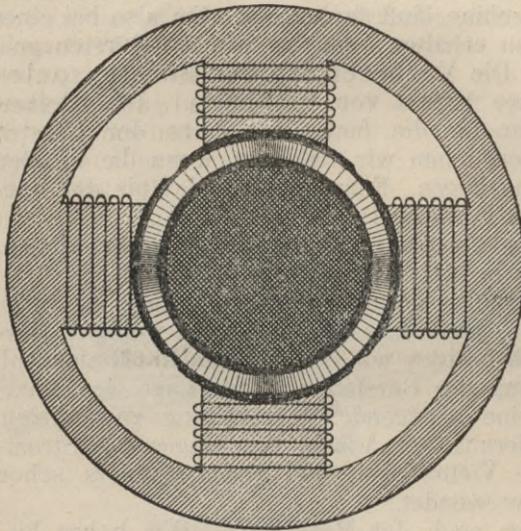


Fig. 8.

in dieser den Anker rotieren lassen. Mag das Feld noch so scharf sein, die Eisenhülle bewirkt einen zarten Verlauf der Kraftlinien, wie in der Figur zu erkennen ist. Diese Anordnung rührt von v. Dobrowolsky her und wird bei den Maschinen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft angewendet. v. Dobrowolsky nennt diese Eisenhülle Polbüchse. Dieselbe ist entweder zwischen die Pole eingepresst oder angegossen. Das letztere ist allerdings vorzuziehen, allein bei manchen Typen lässt es sich, weil es schwer fällt, die Elektromagnetrollen auf die Eisenkerne zu schieben, nicht anwenden. Die Polbüchse zeigt ausserdem an den neutralen Stellen des Feldes Verjüngungen, um auch in dieser Lage das Eintreten der Kraftlinien in den Anker zu

erzwingen; denn dieser geringere Querschnitt bewirkt eine baldige magnetische Sättigung und mithin ein leichtes Austreten der Kraftlinien. Zur Ventilation des Ankers dienen endlich noch in die Polbüchse eingeschlagene Oeffnungen.

Der Haupteinwand, welchen man gegen die Polbüchse scheinbar erheben könnte, ist, dass infolge des thatsächlich bestehenden magnetischen Nebenschlusses ein Teil der Kraftlinien durch die Polbüchse und nicht durch den Anker geht. Die Berechtigung dieses Einwands lässt sich leicht durch ein Beispiel in Frage stellen. Bekanntlich verwendet man zur selbstthätigen Regulierung der Bogenlampen einen elektrischen Nebenschluss, so dass ein Teil des Stroms nicht gerade zur Lichterzeugung verwendet wird. Wer aber wollte behaupten, dass eine solche Lampe unrationell sei? Ohne selbstthätige Regulierung erhalten wir eine praktisch brauchbare Lampe nicht. Die Regulierung ist eine Hauptbedingung für die Brauchbarkeit einer Lampe. Ganz genau so bei den elektrischen Maschinen. Eine der Hauptbedingungen für jede praktisch brauchbare Maschine ist funkenloser Gang. Dieser kommt in erster Linie, dann erst haben wir den Wirkungsgrad der Maschine zu berücksich-

tigen. Können wir ersteren durch einen magnetischen Nebenschluss erreichen, so darf man ihn nicht als unrationell hinstellen.

Ausserdem aber ist es ein leichtes, die verhältnismässig wenigen Kraftlinien, welche durch die dünne, leicht übersättigte Polbüchse gehen, zu ersetzen. Die Grössenverhältnisse der heutigen Elektromagnetschenkel lassen dieselben ohne nennenswerten Energieaufwand (Vermehrung der Schenkelstromstärke) erreichen. Ferner aber haben Versuche, welche ich in dieser Richtung an beiläufig 120 Maschinen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft angestellt, selbst bei den grossen 12 poligen Dynamos mit 24 Bürsten einen vollkommen funkenlosen Gang ergeben, so dass v. Dobrowolskys Erwartungen in jeder Beziehung als zugetroffen angesehen werden müssen. Die Umdrehungszahl aber zur Erreichung einer bestimmten Leistung zeigte, sowohl mit als ohne Polbüchse kaum eine Schwankung, was als Nachweis gelten dürfte, dass der magnetische Nebenschluss durch die Polbüchse auf den Wirkungsgrad keinen nennenswerten Einfluss hat.

Aus den vorausstehenden Entwicklungen ergibt sich, dass der Wirkungsgrad einer Dynamomaschine wesentlich von der Zahl der durch den Anker tretenden Kraftlinien, die Funkenlosigkeit jedoch von dem Verlauf derselben abhängt. Die Zahl und der Verlauf der Kraftlinien aber stehen einander in gewisser Hinsicht entgegen. Zur Herstellung praktisch möglichst vollkommener Maschinen ist daher zuerst auf den Verlauf der Kraftlinien Rücksicht zu nehmen, um die Funkenbildung zu vermeiden, dann muss man aber auch zu erreichen suchen, dass die Zahl der durch den Anker tretenden Kraftlinien, also der Wirkungsgrad, möglichst gross sei.

Arbeiten des internationalen Kongresses der Elektriker.

Von F. v. Siegroth, Berlin.



Die elektrischen Etalons

von Pellat.

Das einfachste Mittel, um den absoluten Wert einer Grösse zu erlangen, besteht im wesentlichen darin, dieselbe mit einem Normalmass zu vergleichen, d. h. mit einer Grösse derselben Art, welche als Einheit oder mehrfach Bekanntes derselben gilt. Die Wahl der Etalons und die Bezeichnung ihres Wertes in absoluten Einheiten gewähren daher ein besonderes Interesse für die Präzisionsmasse.

Man begreift leicht, dass ein bestimmter Leiter mit konstanter Temperatur ein Widerstandsnormalmass, sowie ein bestimmter Kondensator einen Etalon der Kapazität abgeben kann; von Grössen aber, wie die Stromstärke oder eine Elektrizitätsmenge, ist es schwer, richtige Normalmasse zu erhalten. Man beseitigt in diesem Falle die Schwierigkeiten mit Hilfe von Apparaten, welche immer dieselbe Induktion zeigen, wenn sie von einem gleich starken Strom durchflossen oder von derselben Elektrizitätsmenge entladen werden und welche, da sie denselben Dienst wie ein wirkliches Normalmass versehen, den Namen von Etalon-Apparaten verdienen.

Bei den elektromagnetischen Massen (mit denen wir uns hier allein beschäftigen) gibt es nur drei Grössen, deren Werte man in absoluten Einheiten direkt erhalten kann; dies sind:

- 1) die abwechselnden Induktionskoeffizienten oder die Selbstinduktion, deren Werte durch einfache Längenmasse erlangt werden können [Dimensionen (L)];
- 2) der Widerstand eines Leiters, dessen Wert durch Zeitmasse bestimmt werden kann [Dimensionen (LT⁻¹)];
- 3) die Stromstärke, deren Wert durch das Mass einer Kraft und durch Messungen in Betreff der Länge gegeben werden [Dimensionen (F^{1/2}) = (L^{1/2}M^{1/2}T⁻¹)].

Auch ist es nötig, als hauptsächlichste Normalmasse die Etalons dieser drei Grössen zu erwähnen, weil sie die einzigen sind, deren Wert man bequem bezeichnen kann, ohne auf andere elektrische Etalons zurückzugreifen.

Als Gegensatz werden abgeleitete Etalons die Normalmasse anderer elektrischer Grössen genannt, welche übrigens in der Praxis sich auf die Etalons der E. M. K. und der Kapazität beschränken.

Hauptnormalmasse.

1) Etalons der wechselnden Induktionskoeffizienten und der Selbstinduktion.

Wir beschränken uns darauf, zu bemerken, dass es nützlich sein würde, Normalmasse des wechselnden Induktionskoeffizienten zu haben; ähnliche Etalons existieren aber noch nicht oder sind wenigstens in den Laboratorien nicht verbreitet.

2) Widerstandsetalons.

Die internationale Konferenz der elektrischen Einheiten hatte in ihrer ersten Sitzung im Jahre 1882 bestimmt, dass ein Widerstandsnormalmass für das Ohm konstruiert werden sollte. Sie wandte sich an die versammelten Gelehrten der verschiedenen auf dem Kongress vertretenen Staaten, um die Länge zu bestimmen, die man einer Quecksilbersäule von 0° bei 1 qmm Querschnitt zur Darstellung des theoretischen Ohm (10^9 Einheiten C. G. S.) geben müsse.

In ihrer zweiten Sitzung von 1884 fixierte die Konferenz nach Kenntnissnahme der über diesen Gegenstand gemachten Arbeiten diese Länge auf 106 cm. Das legale Ohm ist der Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und 106 cm Länge bei der Temperatur von 0°.

Benoît konstruierte im internationalen Bureau für Gewicht und Masse für den Minister der Post und Telegraphie vier Normalmasse aus Quecksilber, welche das legale Ohm darstellten. Diese Etalons sind alle aus einer geradlinigen Glasröhre von ca. 1 qmm Querschnitt hergestellt, welche an ihren äusseren Enden in weite Becher auslaufen, die ebenso wie die Röhre sehr reines Quecksilber enthalten; das Ganze ruht auf einer Messingplatte, welche den Apparat in das schmelzende Eis oder in ein Bad von bekannter Temperatur einzutauchen gestattet. Die Glasröhre war kalibriert, mit der grössten Genauigkeit geeicht und in entsprechender Länge aufgeschnitten (indem man der Ausdehnung der Kraftlinien in dem Quecksilber der Becher Spielraum liess), um so das legale Ohm durch den Etalon darzustellen.

Benoît konstruierte unter anderem für den Minister der Posten und Telegraphen eine grosse Anzahl sekundärer Etalons, welche durch eine fünfmal krumm gebogene Glasröhre mit vertikalen Armen gebildet sind und in zwei weite, trichterförmige Röhren auslaufen, die ebenso wie die feine Röhre reines Quecksilber enthalten. Der Widerstand dieser sekundären Etalons wurde durch elektrisches Vergleichen mit den Normalmassen erhalten. Diese sekundären Etalons dienen dazu, die metallischen Widerstände der französischen Konstrukteure zu eichen.

In England verfuhr man auf andere Weise. Der spezifische Widerstand des Quecksilbers wurde als Funktion der Britischen Gesellschaft (B. A. U.) von mehreren Physikern bestimmt, unter anderem durch Lord Rayleigh und die Herrn Sidgwick.

Nach diesen Angaben setzte die Britische Gesellschaft fest:

$$1 \text{ legales Ohm} = 1,0112 \text{ B. A. U.}$$

Das legale englische Ohm hat einen etwas höheren Widerstand als das legale französische; die Differenz beträgt $0,0005 \omega$ nach dem von Glazebrook angestellten Vergleich. Nach einer neuen Arbeit über den spezifischen Widerstand des Quecksilbers haben Glazebrook und Fitzpatrick die ursprünglichen Etalons des Ohms der Britischen Gesellschaft mit dem Widerstand einer Quecksilbersäule von 0° bei 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt verglichen. Sie fanden, dass der Widerstand dieser Quecksilbersäule $0,95352$ B. A. U. beträgt, folglich ist:

$$1 \text{ legales Ohm} = 1,0107 \text{ B. A. U.}$$

Nach diesem Resultat würde das legale englische Ohm um $0,0005 \omega$ zu gross und das legale französische Ohm ganz genau sein.

Die Widerstandsetalons von Siemens & Halske, welche konstruiert wurden, um den Widerstand einer Quecksilbersäule von 0° bei 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt zu repräsentieren, haben den deutschen Konstrukteuren als Grundlage zur Erlangung des legalen Ohms gedient; sie berechneten:

$$1 \text{ legales Ohm} = 1,06 \text{ Siemens-Einheiten.}$$

Der Etalon Siemens & Halske wurde mehreren Vergleichen mit den Quecksilberetalons der verschiedenen Experimentatoren unterworfen, welche folgende Resultate ergaben:

Datum	Untersuchende	Wert der Siemens & Halskeschen Einheit als Quecksilbersäule von 1 ⁰ bei 1 qmm Querschnitt u. 1 m Länge
1882	Lord Rayleigh und die Herrn Sidgwick	0,99949
1884	Roiti	0,99997
1884	Mascart, de Nerville und Benoît	1,00003
1884	Strecker (Mittelwert für 2 Siemens-Einheiten) .	1,00017

Man sieht aus dieser Tabelle, dass die Siemens & Halskeschen Etalons fast mit den Quecksilber-Normalmassen übereinstimmen, indem sie mit dem kleinen Irrtum rechnen, welcher nach den Arbeiten von Glazebrook und Fitzpatrick bei den Experimenten von Lord Rayleigh und den Herrn Sidgwick zu entstehen scheint, was zu einer mit der ersten Einheit der Tabelle fast übereinstimmenden Zahl führt.

Der Mittelwert der auf der Konferenz von 1884 aufgeführten Zahlen für die Länge der Quecksilbersäule, welche das wahre Ohm darstellt, ist 106,04. Die durch die Amortisations-Methode gelieferten Zahlen würden einen viel geringeren Mittelwert geben, als den der andern Methoden. Mascart hat seitdem gezeigt, dass dieses System mehrere Korrekturen gestattet, welche nicht ausgeführt sind und die Zahl zu erhöhen suchten.

Indem man die auf die Amortisations-Methode bezüglichen Zahlen unterdrückte, erhöhte sich der Mittelwert auf 106,15. Eine Diskussion über die angewandten Methoden vergrößerte die Zahl noch mehr und brachte sie auf 106,25.

Seit 1884 wurde eine grosse Anzahl anderer Bezeichnungen des Ohm verglichen, um ähnliche Zahlen wie 106,30 zu liefern. (Auf der Konferenz von 1884 wurde von Mascart, de Nerville und Benoît, Glazebrook und Lord Rayleigh die Zahl 108,28 vorgeführt.) Bei diesen Versuchen kann man noch die von Rawland erwähnen, welche unter äusserst günstigen Verhältnissen gemacht sind und die Zahl 106,32 ergaben; die Experimente von F. Kohlrausch (106,32) und die ganz neuen von Dorn (106,24) nach der Amortisations-Methode sind den notwendigen Verbesserungen unterworfen; ferner sind die Versuche von Wuilleumier (106,27) zu erwähnen, welche nach der ausgezeichneten Abänderung der Lorenzschen von Lippmann veröffentlichten Methode ausgeführt wurden.

Zusammengefasst, vereinigen sich diese verschiedenen Masse, um zu zeigen, dass bei 106,30 für die Länge der Quecksilbersäule das theoretische Ohm dargestellt wird, wobei man wahrscheinlich nur einen inneren Fehler von $\frac{1}{2000}$ begeht.

3) Etalons der Stromstärke.

Am häufigsten wird die Stromstärke in absoluten Einheiten nach folgenden drei Methoden gemessen:

- 1) Methode der Tangentenbussole;
- 2) Methode von F. Kohlrausch;
- 3) Methode der Elektrodynamometer und hauptsächlich der Elektrodynamometer-Wagen. Diese letzteren Instrumente geben die Stromstärke durch eine Wägung mit Hilfe der Formel $i = A\sqrt{pg}$, wobei p die Zahl der Gramme anzeigt, mit welcher das Gewicht (pg) mit der elektrodynamischen Kraft im Gleichgewicht steht, und A eine Konstante, welche von der Form des Instrumentes abhängt und durch Längenmasse bestimmt ist; letztere können durch eine beliebige Einheit dargestellt sein, da sie nur als Längenverhältnis in den Ausdruck A eingesetzt werden. Die elektrischen Dynamometer-Wagen gehören also in die Kategorie der Etalon-Apparate. Ueberdies kann man wegen der Einfachheit der Messung mit diesen Apparaten eine grössere Genauigkeit als mit denen anderer Systeme erhalten.

Die Herrn Joule, Casin, Mascart, Helmholtz u. s. w. haben bei besonderen Untersuchungen Elektrodynamometer-Wagen konstruiert; jeder dieser Apparate hat als ein normales Etalon angesehen werden können, es wurde jedoch keine Kopie davon angefertigt.

Dennoch existieren Etalon-Apparate, welche die Stromintensität in absoluten Werten angeben. W. Thomson ist der Erfinder einer Reihe von elektrischen Dynamometer-Wagen, welche dazu bestimmt sind, einmal sehr schwache Ströme (milli-ampère, centi-ampère), dann mittelstarke Ströme (déci-ampère, ampère) oder sehr starke Ströme (hecto-ampère, kilo-ampère) zu messen. Diese Apparate sind sehr stark in England und anderen Ländern verbreitet.

In Frankreich hat Pellat durch Carpentier eine elektrische Dynamometer-Wage konstruieren lassen, welche sich von den bisher angewandten dadurch unterscheidet, dass die kleine Spule nebst Vertikalachse mit dem Wagebalken zusammenfällt und mitten auf einer langen Horizontalspule angebracht ist. Die kleine Spule hat nur eine einzige Lage feinen Drahtes und ist von den Enden der grossen Spule entfernt, es ist daher die Unregelmässigkeit einer Drahtverwirrung, welche sich immer an einer Spule mit mehreren Lagen zeigt, hier ganz ausgeschlossen. Die nötigen Längenmasse zur Bestimmung der Konstante A des Apparates wurden durch die Fürsorge des internationalen Büreaus für Gewicht und Mass ausgeführt. Da man annahm, dass alle Fehler der verschiedenen Masse sich in den Zahlen herausstellen, fand man, dass der bei der Konstante A begangene Fehler nicht $\frac{1}{2000}$ übersteigt. Der Irrtum bei den Wägungen ist übrigens ganz gering.

Unter anderem liess Pellat durch Carpentier Kopien seines absoluten Elektrodynamometers herstellen, welchen er den Namen Ampère-Etalon gab; sie unterscheiden sich von den letzten Instrumenten nur darin, dass die bewegliche Spule mehrere Drahtlagen enthält und dass die feste Spule kürzer ist. Die Konstante A des Ampère-Etalons ist durch Vergleichung mit dem absoluten Elektrodynamometer bestimmt; diese Bezeichnung geschieht mit der Genauigkeit von $\frac{1}{10000}$, und ist die Konstante A ausserdem ganz unabhängig von der Temperatur.

B.

Abgeleitete Etalons.

1) Etalons der E. M. K.

Ein Normalmass der E. M. K. wird durch ein Element hergestellt. Die Potentialdifferenz zwischen den Polen der Batterie bei geöffnetem Stromkreis, welcher ihre E. M. K. mischt, wird als absoluter Wert durch Vergleichung mit der Potentialdifferenz e bestimmt, welche zwischen den beiden Enden eines bekannten Widerstandes r existiert, der durch einen Strom von der bekannten Stärke i ($e = ir$) durchflossen wird. Die Vergleichung kann entweder durch die Ladung eines Kondensators geschehen oder genauer dadurch, dass man das Element der E. M. K. gegenüberstellt, welche zwischen beiden Widerstandsenden durch den Durchgang des Stromes entsteht und denselben so lange ändert, bis die beiden E. M. K. gleich sind. Leider besitzt keines der nach der genauen Methode untersuchten Elemente, welche wir vorführen wollen, eine mit der Zeit absolut unveränderliche E. M. K.

Die am meisten angewandten Etalons sind das Daniell-Element mit Kupfervitriol oder seine verschiedenen Abänderungen (Callaud-Batterie, Etalon der Postbehörde etc.), das von Latimer-Clark mit Quecksilbersulfat und das von Gouy mit Quecksilberoxyd.

Wegen übermässiger Vorsicht bei seiner Konstruktion und Unterhaltung kann das Daniell-Element nicht als Etalon bei sehr genauen Messungen benutzt werden. Die E. M. K. mehrerer ebenso konstruierter Elemente, aber mit verschiedenen Bestandteilen, kann zwischen 1,06 v. und 1,14 v. variieren. Noch wichtiger ist, dass dasselbe Element, einmal angesetzt, seine unveränderliche E. M. K. infolge der unvermeidlichen Zersetzung der Metalloberfläche nicht beibehält.

Das beste Mittel, ein Daniell-Element mit fast konstanter E. M. K. zu erhalten, besteht darin, dasselbe mit neuen Lösungen vor seinem Gebrauch anzusetzen, so dass die Kupferelektrode verкупfert wird; der Strom wird dabei vor der Messung einige Minuten geöffnet.

Das Latimer-Clark- und Gouy-Element, bei welchem das rein amalgamierte Zink und das Quecksilber als Elektroden dienen, sind weit vorteilhafter; die Metalle ändern

sich nicht, oder die auf die Dauer an der Zinkoberfläche sich zeigenden Veränderungen schwächen die E. M. K. nicht ab.

Das Latimer-Clark-Element kann auf zwei verschiedene Arten konstruiert werden:

- 1) indem man als Elektrolyt eine aus Quecksilbersulfat gebildete Masse anwendet, welche mit einer Zinkvitriol-Lösung getränkt ist;
- 2) durch Anwendung einer ausgedehnten Lösung (z. B. 15 %) von Zinkvitriol und Zusatz von pulverisiertem Quecksilbersulfat auf der Quecksilberoberfläche.*)

Nach den ungedruckten Versuchen von Potier und Pellat ist das flüssige Latimer-Clark-Element (im Mittel 1,465 v.) in mancher Beziehung dem Latimer-Clark mit trockenem Elektrolyt vorzuziehen; die E. M. K. ist hierbei mit der Zeit weniger veränderlich, der mit der Temperatur sich ändernde Koeffizient ist fast um die Hälfte geringer und kann man erstere genau bestimmen, was mit dem trockenen Elektrolyt unmöglich ist; endlich ist das Element leitungsfähiger und polarisiert beim Durchgang des Stromes sehr wenig.

Mehrere flüssige, fast zur selben Zeit konstruierten Latimer-Clark-Elemente differierten hauptsächlich um $\frac{1}{1000}$ ihres Mittelwertes bei gleicher Temperatur, wenn das Quecksilber nicht zufällig das Zink berührt. Zinkspuren im Quecksilber genügen, um die E. M. K. beträchtlich zu vermindern, wobei dieselbe sogar aufgehoben oder umgekehrt werden kann.

Das Element Gouy (Mittelwert 1,390 v.) ist wegen seiner Konstanz ebenso bemerkbar wie das von Latimer-Clark; es unterscheidet sich von dem flüssigen Latimer-Clark nur durch Zusatz von Quecksilberoxyd statt des Quecksilbersulfats. Bei dieser Substitution entsteht ein Vorteil und Nachteil; ersterer ist der, dass die Veränderung der E. M. K. mit der Temperatur kaum auf die Hälfte reduziert wird (ungefähr 0,00014); der Nachteil besteht darin, dass die Depolarisation geringer, die Polarisation des Gouy-Elements grösser ist und länger als beim flüssigen Latimer-Clark verschwindet.

Verschiedene Gouy-Elemente, welche dieselben Bestandteile enthalten, differieren meist nur um $\frac{1}{1000}$ ihres Mittelwertes. In Summa können das Latimer-Clark- oder Gouy-Element selbst bei sehr genauen Untersuchungen von grossem Nutzen sein, es ist aber notwendig, dass ein Thermometer, dessen Reservoir in die Flüssigkeit des Elements selbst eintaucht, die Temperatur desselben angibt. Ausserdem muss man von Zeit zu Zeit den absoluten Wert der E. M. K. der Etalons messen und oft denselben mit dem ähnlicher Normalmasse bei derselben Temperatur vergleichen, um konstatieren zu können, dass ein Zufall seine E. M. K. in hervorragender Weise nicht zu ändern vermag.

Eine der hauptsächlichsten Anwendungen eines Etalons für die E. M. K., deren absoluter Wert bekannt, ist das schnelle und genaue Messen eines schwachen oder starken Stromes, indem man diesem Etalon die durch den Strom entwickelte Potentialdifferenz zwischen den beiden Klemmen eines passend gewählten und im absoluten Wert bekannten Widerstandes gegenüberstellt und die Operation selbst umkehrt, welche zur Bestimmung des absoluten Wertes des Elements diene. Das Ganze dieser beiden Operationen stellt die einfachste und genaueste Art dar, um den Wert eines durch ein bestimmtes elektrisches Dynamometer oder durch ein Ampère-Etalon angezeigten Stromes mit dem eines anderen von sehr verschiedener Stärke zu vergleichen.

2) Kapazitäts-Etalons.

Die Normalmasse der Kapazität sind in Mikrofarads und Teile derselben graduierte Kondensatoren, sie werden durch Zinnfolien gebildet oder durch Rauschgold, welches mit Blättern einer isolierenden Substanz abwechselt. Diese Isoliermasse ändert sich je nach den Konstrukteuren; am meisten wird Glimmer, Paraffin-Glimmer, Paraffin-Papier oder mit anderer Isoliermasse bedecktes Papier, endlich das in dünne Blättchen geschnittene Ebonit benutzt.

Die Etalons der Kapazität sind noch weit unvollkommener als die der E. M. K. Sie zeigen fast alle mehr oder weniger drei Fehler:

- 1) die Bildung ist nicht genau proportional der Potentialdifferenz der Beläge;
- 2) sie besitzen einen Rückstand;

*) Statt des Niederschlages von Quecksilbersulfat kann man dasselbe durch Elektrolyse des Zinkvitriols in dem Element selbst bilden, indem letzteres von einem Strom durchflossen wird, der vom Quecksilber zum Zink geht. Man erhält so reines Quecksilbersulfat. (Nicht veröffentlichte Versuche von Potier.)

- 3) die Isolierung ist ungenau; ausserdem ändert sich die Kapazität sehr schnell mit der Temperatur.

Bildet ein Kondensator einen Niederschlag, so ist seine Kapazität in zwei Fällen bestimmt, nämlich dann, wenn die Entladung sehr schnell der Ladung folgt, damit das Eindringen der Elektrizität in das Dielektrium gleich Null ist, und wenn die Ladung lange genug dauert, damit die Durchdringung ihr Maximum erreicht.

Beim Gebrauch des Kondensators ist es aber oft sehr schwer, diese Bedingungen zu erreichen. Wenn man beim Messen der Kondensator-Ladung letztere in den Galvanometerdraht durch Anstoss der Nadel bringt, bedient man sich besonders einer Formel, welche genau ist, wenn die Ladung in kurzer Zeit erfolgt, damit die Nadel während ihrer Schwingungsdauer nicht weit abgelenkt wird; dies findet aber nur statt, wenn die Durchdringung ihr Maximum erreicht hat, da die ganze Entladung eine mit der Ladung vergleichbare Zeit verlangt.

Der einzige Kondensator, welchen man wirklich als Etalon ansehen könnte, würde ein Luftblatt-Kondensator sein. Unglücklicherweise ist es sehr schwierig, Luftblatt-Kondensatoren herzustellen, welche eine Kapazität mit Mikrofarad-Einteilung enthalten: zwei runde Platten von 60 cm Durchmesser und 0,25 cm Entfernung bilden einen Kondensator von ungefähr $\frac{1}{100}$ Mikrofarad.

Die Bezeichnung des absoluten Wertes einer Kapazität in elektromagnetischen Einheiten geschieht am häufigsten nach Methoden, bei denen das Mass der Kapazität auf das eines Widerstandes und einer Zeit gebracht ist, wie die Methode von Maxwell, ihre Modifikation von Thomson und Glazebrook, oder nach Methoden, bei denen das Mass der Kapazität auf das eines Widerstandes oder eines wechselnden Induktionskoeffizienten zurückgeführt ist, wie sie Roiti beim Studium verschiedener Kondensatoren benutzte, welche in der Weltausstellung von Antwerpen vorgeführt wurden.

Die Messungen von Roiti und andern Physikern zeigen, dass der wirkliche Wert der Kapazitäten, welche sich im Handel befinden, selten von ihrem Nominalwert um weniger als 1% abweichen, und dass der Fehler oft bis zu 4% ansteigt.

Indem wir diesen Bericht über die elektrischen Etalons beendigen, möge man es gestatten, einen Wunsch auszusprechen.

Die Etalons der wechselnden Induktion, des Widerstandes und der Stromstärke, welche wir Hauptetalons genannt haben, weil ihr absoluter Wert getrennt, ohne auf andere elektrische Etalons zurückzugreifen, bestimmt werden kann, zeigen bei richtiger Konstruktion eine Unveränderlichkeit, welche mit der eines Längen- oder Massen-Etalons zu vergleichen ist.

Man hat die Notwendigkeit erkannt, einen legalen Widerstands-Etalon herzustellen, warum geschieht dies nicht auch für die andern beiden Hauptetalons? Die Frage ist überhaupt für die Stromstärke von Wichtigkeit und scheint heute hinreichend vorbereitet. Das internationale Bureau der Gewichte und Masse besitzt schon die Normetalons für Länge, Masse und elektrischen Widerstand; es scheint ganz angezeigt, ein Elektrodynamometer beizubehalten, welches als normaler Etalon-Apparat für Intensitäts-Masse dienen könnte und mit denen die andern Instrumente zu vergleichen wären.

Die durch das normale Elektrodynamometer nach der Formel $i = A \cdot \sqrt{pg}$ gemessenen Ströme, wo A die Konstante des durch Längenmasse bestimmten Instrumentes bezeichnet, würden mit einem vergleichbaren Ampère berechnet werden, welches nur von dem theoretischen Ampère durch eine sicherlich innere Masse von der Differenz zwischen legalem und theoretischem Ohm abweichen würde; es ist sehr wahrscheinlich, dass die Abweichung unter $\frac{1}{2000}$ fällt. Man würde schliesslich eine Fehlerkontrolle durch die Differenz der Anzeigen dieses Instruments und des absoluten Elektrodynamometers von Pellat haben.

Es gibt Leute, welche meinen, es sei weit einfacher, zur Stromvergleiche die Masse des durch 1 Ampère in 1 Sekunde niedergeschlagenen Silbers anzuwenden. Wir bemerken hierzu, dass das vergleichbare, so hergestellte Ampère mit hinreichender Genauigkeit auf diese Weise nicht bestimmt wird. Die Elektrolyse ist thatsächlich eine sehr empfindliche Operation, welche Fehlerquellen enthält, die mindestens 10mal grösser als die bei Vergleiche zweier Elektrodynamometer-Wagen sind. Wir geben hier die letzten Resultate an, welche durch das elektrolytische Aequivalent des Silbers erlangt sind.

Silbermasse in Millimetergramm durch
1 Amp. in 1 Sek. niedergeschlagen

F. und W. Kohlrausch	1,1183	mg
Mascart	1,1156	"
Lord Rayleigh	1,1179	"
Potier und Pellat { 1. Anzeige	1,1189	mg }
{ 2. "	1,1195	" }

Die Abweichungen, welche man in den Zahlen dieser Tabelle findet, überschreiten nicht sehr diejenigen, welche ein anderer Experimentator bei zwei elektrolytischen Operationen fand, welche unter fast denselben Verhältnissen wie die Intensitäts-Messung, Stromdichte, Konzentration der Silbernitrat-Lösung etc. angestellt wurden. Im Gegenteil haben wir schon oben gesagt, dass die Vergleichung zweier Elektrodynamometer-Wagen mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{10000}$ ausgeführt werden kann.

Dieser Verlauf zeigt augenscheinlich die Schwierigkeit der Bestimmung eines auf Elektrolyse basierenden vergleichbaren Ampère.

(La lumière électrique.)

F. v. S.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber den Wirkungsgrad der künstlichen Beleuchtungsarten.

Nach einem Vortrage Edward L. Nichols', Professor der Physik an der Cornell-Universität in Pennsylvanien, vor dem American Institute of Electrical Engineers.

(Fortsetzung.)

Die Untersuchung des Wirkungsgrades des Bogenlichtes nach der hier in Betracht gezogenen Methode ist viel schwieriger auszuführen als bezüglich des Glühlichtes. Die strahlende Oberfläche der Glühlampe ist nahezu durchaus von derselben Temperatur und das für ein in einer gegebenen Richtung ausgesendetes Strahlenbündel erhaltene Verhältnis der Gesamtstrahlung zur leuchtenden Strahlung ergibt sofort das Mass des Wirkungsgrades. Im Lichtbogen ist jedoch in der unmittelbaren Nähe des Bogens eine äusserst blendende lichtstrahlende Oberfläche vorhanden und die Temperatur der Kohlen fällt mit grosser Schnelligkeit vom Maximum an Spitze und Krater nach den Stellen, wo blosser Rotglühhitze herrscht.

Die ganze lichtstrahlende Fläche ist eingeschlossen zwischen der die positive rotglühende Kohle umgebenden Linie und der entsprechenden Linie auf der negativen Kohle. Zwischen diesen beiden Linien verändert sich das Licht rasch mit dem Grade der Glüh Temperatur in merklicher Abstufung von dem Lichte, welches die Kohle bei der höchsten von ihr erreichbaren Temperatur aussendet. Nun ist aber die in einer Vertikalebene angenommene Verteilung der Kerzenkraft bekanntermassen eine sehr eigentümliche, und wenn die Thermosäule mit der dazwischen gestellten Alaunzelle (Fig. 3) zur Messung der Energie der lichtgebenden Strahlen benutzt wird, so ist die Grösse der auf die Fläche der Thermosäule fallenden Strahlung stark abhängig von der Aufstellung des Apparats im Verhältnis zur Lampe. So ist beispielsweise bei einem Winkel von 45° bis 50° unter der Horizontalebene die vom Apparat angezeigte Strahlungsstärke fünf bis sechsmal grösser als in der Horizontalebene. Ferner ist

die Oberfläche der Gesamtstrahlung viel grösser als diejenige, von welcher die lichtgebenden Strahlen ausgehen, indem dieselbe ausser der zunächst des Bogens befindlichen glühenden Oberfläche alle diejenigen Stellen der Kohlen einschliesst, welche entweder durch den Strom oder durch Wärmeleitung erhitzt sind.

Die von den unterhalb der Rotglut erwärmten Stellen ausgehende Wärmemenge ist sehr beträchtlich und bildet in der Bestimmung des Wirkungsgrades einen wichtigen Faktor. Wäre die Verteilung der Gesamtstrahlung in der Vertikalebene gleichbedeutend mit derjenigen der lichtgebenden Strahlen, so würde die Messung ihres Verhältnisses mit der Thermosäulenachse in jeder durch den Lichtbogen gehenden Ebene den Wirkungsgrad der Lampe ergeben; aber die Kurve der Gesamtstrahlung ist nicht dieselbe wie diejenige der Kerzenkraft und das fragliche Verhältnis ist eine Funktion der Ebene, welche die Achse der Thermosäule mit der Horizontalebene bildet. Es ist deshalb eine Untersuchung der ganzen Zone nötig, durch welche die Lampe Strahlen aussendet, indem man das Verhältnis der Gesamtstrahlung zur leuchtenden Strahlung für jeden Winkel bestimmt und alsdann die Ergebnisse integriert. Eine derartige Untersuchung ist gegenwärtig unter der Leitung des Prof. Nichols im Gange, und es sind dabei bereits interessante Ergebnisse erhalten worden. Wenn die Untersuchung beendet ist, wird deren vollständige Veröffentlichung erfolgen, vorläufig wird in folgendem nur die dabei benutzte Methode und der allgemeine Charakter der damit erhaltenen Ergebnisse besprochen werden.

Die ersten Messungen wurden nach der zweiten von Merritt benutzten Methode mit der

in der Horizontalebene aufgestellten Thermo-
säule ausgeführt. Die der Messung unterworfenen
Lampe war von der Langbogentype mit 9 Ampère
Strom und 45 Volts. Der Wirkungsgrad in dieser
Ebene wurde überraschend klein gefunden und
ausserdem stellte sich heraus, dass derselbe in
merklichem Grade mit dem Durchmesser der
benutzten Kohlen sich änderte, indem er sich
mit abnehmendem Durchmesser bis zu dem
Minimaldurchmesser vergrösserte, bei welchem
die Kohlen durch den Strom sich erhitzen,
worauf der Wirkungsgrad, wie wohl erwartet
werden konnte, wieder abnahm.

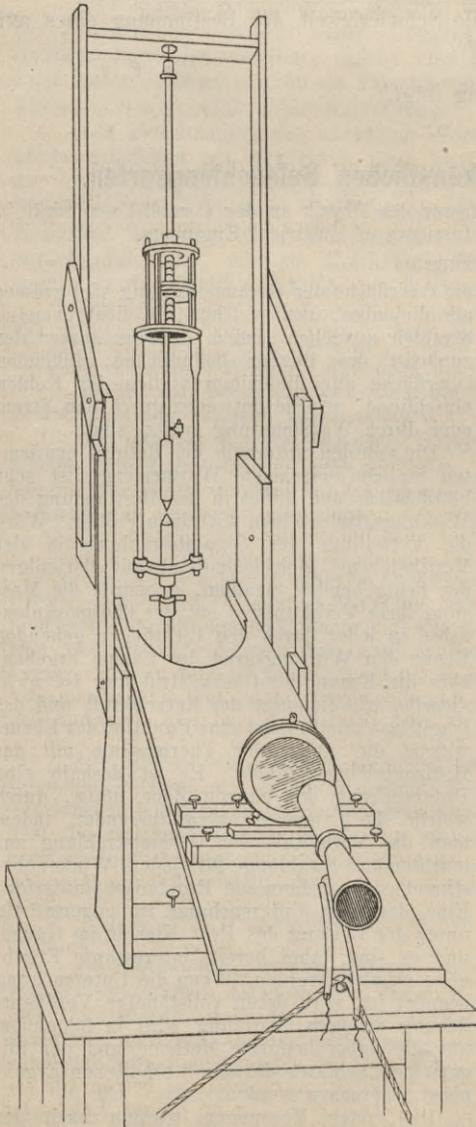


Fig. 4.

Die Lampe wurde dann mit der Thermo-
säule in einem Gestell angebracht, welches
gestattete, die Messungen unter irgend einem
beliebigen Winkel auszuführen. Alle nötigen
Winkelveränderungen konnten ohne Veränderung
der Entfernung zwischen Lichtbogen und Thermo-
säule ausgeführt werden. Mittelst dieses in
Fig. 4 abgebildeten Apparats wurde es für mög-
lich befunden, das Verhältnis der Gesamtstrah-
lung zur leuchtenden Strahlung durch die ganze
Zone der Lampenstrahlung zu verfolgen und für
jedes dieser Verhältnisse die Kurve darzustellen.

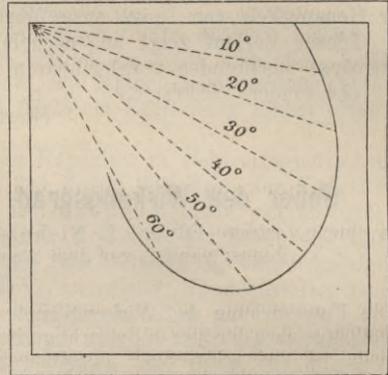


Fig. 5.

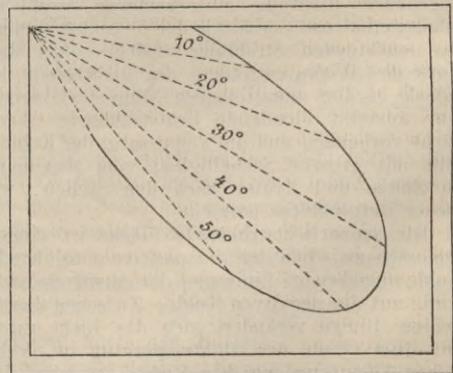


Fig. 6.

Der allgemeine Charakter der Ergebnisse
wird durch die in Fig. 5 und 6 abgebildeten Kurven
erkennlich gemacht; dieselben beziehen sich auf
eine Langbogenlampe der oben erwähnten Type
mit Kohlen von 0,45 Zoll (11,3 mm) Durchmesser
und sie stellen beziehungsweise die Verteilung
der leuchtenden und der Gesamtstrahlung der
Lampe dar. Die Radien zeigen die Winkel,
unter denen die Messungen ausgeführt werden.
Die auf diesen Linien vom Kurvenpole abge-
messenen Strecken ergeben die relativen Stärken
der lichtgebenden und der Gesamt-Wärmeenergie
für jede Stellung an.

Die Kurve der leuchtenden Strahlung entspricht in der Form derjenigen der Kerzenkraft. Dagegen unterscheidet sich die Kurve der Verteilung der Gesamtstrahlung bedeutend von jener Form und das Verhältnis:

$\frac{\text{leuchtende Energie}}{\text{Gesamtenergie}}$
 ist eine Funktion des Winkels, welchen die Linie der Messung mit der Horizontalebene einschliesst. Die Werte des Wirkungsgrades für die verschiedenen der Messung unterworfenen Beleuchtungswinkel sind in Tabelle III zusammengestellt; sie bilden die Basis für die Kurve Fig. 6, welche das Diagramm des Bogenlichts unter den angegebenen Umständen darstellt.

Tabelle III.

Wirkungsgrad einer Bogenlampe von obiger Type.

Winkel	Wirkungsgrad = $\frac{\text{leuchtende Strahlung}}{\text{Gesamtstrahlung}}$
0°	0,0548
10°	0,0901
20°	0,1228
30°	0,1506
40°	0,1552
50°	0,1059
60°	0,0676
63°	0,0492

Die Integration dieser Werte ergibt als mittleren Wirkungsgrad der fraglichen Bogenlampe 0,104 oder 10,4 Prozent.

Das Radienverhältnis der beiden Halbkreise, deren Flächen gleich sind den eingeschlossenen Flächen der Kurven für leuchtende Strahlung und Gesamtstrahlung, ergibt ein Mass für den mittleren sphärischen Wirkungsgrad der Lampe. Für die betreffende Lampe, auf welche diese Kurven sich beziehen, ist dieses Verhältnis viel kleiner als die im allgemeinen angenommenen Werte des Wirkungsgrades der Bogenlampen in Kerzenstärken per Watt es erwarten lassen. Die Lichtstärke des Bogens wird jedoch selten in mittlerer sphärischer Kerzenkraft ausgedrückt, und es giebt wenig auf die Kerzenkraft dieser Lichtquelle bezügliche Daten, auf welche mit genügender Sicherheit Schätzungen zu begründen sind. So findet sich die zweifellos richtige Angabe, dass der mittlere lichterzeugende Wirkungsgrad der auf der zu London 1884 abgehaltenen International health Exhibition geprüften elf Dynamomaschinen per englische Pferdekraft*) 1440 Kerzen betrug, während die betriebenen Glühlampen nur 175 Kerzen im Durchschnitt ausgaben.

Sehr sorgfältige Messungen der mittleren sphärischen Kerzenkraft zweier guter Bogenlampen wurden seinerzeit von W. Snow im Laboratorium der Cornell Universität nach der vom Komitee des Franklin-Instituts ausgeführt. Beide Lampen waren auf 2000 Kerzenkraft für den Verbrauch geschätzt. Sie wurden durch

geeignete Dynamomaschinen unter normalen Umständen betrieben. Eine dieser Lampen ergab eine mittlere sphärische Kerzenkraft von 295 Kerzen in Reihenschaltung mit 9 andern Lampen derselben Konstruktion. Wurde sie in einem besonderen Stromkreise für sich allein betrieben, so stieg die Kerzenkraft auf 348. Die für den Betrieb der Lampe aufgewendete Energie betrug in jedem Falle 550 Watts, der Wirkungsgrad war beziehungsweise 1,8 Watts und 1,6 Watts per Kerze.

Die andere Lampe erreichte mit einem Aufwande von 101 Watts eine mittlere sphärische Kerzenkraft von 609. In Betracht der vom Komitee des Franklinschen Instituts erhaltenen Ergebnisse führt zur Annahme, dass diese äussersten Werte, zwischen denen die Leistung sonst aller Bogenlampen liegen würde, sich näher der unteren als der oberen Grenze befinden.

Der Wirkungsgrad der Bogenlampen ausgedrückt in mittlerer sphärischer Kerzenkraft per Watt ist daher häufig nur 2 Drittel desjenigen der Glühlampen und selten dreimal grösser. Nun ist aber der mittlere Wirkungsgrad der fraglichen Bogenlampe, das heisst das Verhältnis $\frac{\text{leuchtende Strahlung}}{\text{Gesamtstrahlung}}$ entsprechend

der ausgeführten Messung fast genau gleich 10 Prozent. Dagegen kann der in gleicher Weise definierte Wirkungsgrad der Glühlampe nach Merritt etwa zu 5 Prozent angenommen werden. Das Verhältnis ist also 2:1 zu gunsten der Bogenlampe, so dass dasselbe innerhalb der durch Vergleichung der Kerzenkraft und Watts bestimmten Grenzen liegt.

So klein diese Wirkungsgrade für die elektrischen Lampen sind, so zeigen dieselben doch eine nicht unbedeutende Verbesserung über den auf ähnliche Weise für die auf Glühen durch direkte Verbrennung von Kohle beruhenden Lichtquellen bestimmten Wirkungsgrad. Vor länger als einem Vierteljahrhundert veröffentlichte Julius Thomson die Ergebnisse seiner Untersuchung über die durch Wallratkerzen und verschiedene Öl- und Gasflammen verbrauchte Energie. Es ist dies der erste Versuch, die Energie der leuchtenden Strahlung zu bestimmen.

Thomson benutzte zu seinen Untersuchungen Thermoäule und Galvanometer, deren Angaben er durch die Bestimmung der mittelst der Strahlung einer mit heissem Wasser gefüllten Kugel hervorgebrachten Ablenkung der Galvanometernadel auf absolutes Mass zurückführte. Der Gesamtverlust an Wärme, welcher durch den Strahlungsverlust dieser Kugel entstand, wurde aus dem Betrag der Abkühlung nach Dulong-Petits Gesetz bestimmt. Der Gesamtverlust an Wärme per Minute bei 50° L. betrug 250 Kalorien; der Verlust der Kugel an Strahlungswärme bei obiger Temperatur der Kugel und bei 170 Zimmertemperatur betrug 102 Kalorien per Minute. Unter diesen Umständen wurde der Einfluss der Wasserkugel auf die

*) Engl. Pferdekraft = $\frac{\text{Amp.} \times \text{Volt}}{746} = \frac{\text{Watt}}{746}$

Thermosäule aus einer gegebenen Entfernung beobachtet. Hierauf wurde ein leuchtender Körper an die Stelle der Kugel gebracht, sein Einfluss auf die Thermosäule gleichfalls notiert und die Gesamtstrahlung in Kalorien durch Vergleichung der in beiden Fällen hervorgebrachten Ablenkung der Galvanometernadel berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV zusammengestellt:

Tabelle IV.

Kalorien per Kerzenkraft Strahlung verschiedener Flammen.

Lichtquelle	Kerzenkraft	Kalorien per Kerze
Wallratkerze	1	210
Gasflamme	1,2	201
Gasflamme	7,7	199
Moderateurlampe	8,6	199

Die leuchtende Energie wurde von Thomson nach einer Methode erhalten, welche der oben erwähnten Merritt'schen ähnlich war. Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle V.

Energie der Lichtstrahlen verschiedener Flammen in Kalorien.

Lichtquelle	Kerzenkraft	Lichtstrahlung per Kerze
Kerzen	1	4,4 Kal.
Moderateurlampe	6,25	3,9 "
Moderateurlampe	8,6	4,1 "
Gasflamme	7,7	4,2 "
Gasflamme	1,2	3,7 "

Hieraus ist ersichtlich, dass die leuchtenden Strahlen per Kerzenkraft für die Kerzenflammen, Öllampen und Gasbrenner nicht bedeutend verschieden sind. Diese Thatsache ist durch die spektrometrischen Untersuchungen der Licht-

qualität, welche die Lichtquellen ausstrahlen, vollständig bestätigt worden. Es scheint überdies, dass die Temperatur der glühenden Teilchen in solchen Flammen sehr nahezu mit derjenigen der Glühlampe, die 5 Watts für 16 Kerzen verbraucht.

Die Berechnung der Energie einer solchen Lampe in Kalorien per Minute nach den durch die Untersuchungen von Abney, Festing und Merritt gelieferten Ergebnissen beweist überzeugend die Genauigkeit der Thomson'schen Angaben. Nimmt man beispielsweise eine Glühlampe an, in welcher 5 Watts für die Kerzenkraft ausgegeben werden und bei welcher das Verhältnis:

$$\frac{\text{leuchtende Strahlung}}{\text{Gesamtstrahlung}} = 0,5 \cdot$$

stattfindet. Die an einer solchen Lampe in Licht umgewandelte Energie beträgt 0.25 Watt.

Nun ist aber:

$$1 \text{ Gramm-Kalorie} = 4,2 \times 10^7 \text{ Ergs}$$

$$1 \text{ Watt} = 10^7 \text{ Ergs} = \frac{1}{4,2} \text{ Gramm-Kalorien per Sekunde}$$

$$0,25 \text{ Watt} = \frac{0,25 \times 60}{4,2} \text{ Gramm-Kalorien per Minute}$$

und das Wärmeäquivalent der leuchtenden Energie ist 3,6 Gramm-Kalorien per Minute.

Dieser Wert ist kleiner als der von Thomson in obiger Tabelle angegebene, aber durch geeignete Korrekturen für die Diathermanität des benutzten Wasserbades und für den Unterschied der Normalkerzenkraft — das Licht der Wallratkerze ist etwas heller als das der heutigen Normalkerze — wird eine vollständig befriedigende Übereinstimmung herbeigeführt.

(Schluss folgt.)

Kleine Mitteilungen.

Ueber die Fortleitung elektrischer Wellen in Drähten. Prof. H. Hertz in Karlsruhe, der sich durch seine sinnreichen Untersuchungen über die Natur der elektrischen Wellen bereits einen Ruf erworben, hat neuerdings höchst beachtenswerte Beobachtungen über die Fortleitung elektrischer Wellen in Drähten angestellt und darüber in Wiedemanns Annalen (No. 7, 1889) berichtet. Die Versuchsergebnisse führen zu einer ganz anderen Auffassung über die Art und Weise der Fortleitung des elektrischen Stromes, als dies nach der bisher üblichen Anschauung der Fall war. Bisher war man der Ansicht, die Fortführung der elektrischen Erregung werde durch die sogenannten Leiter, insbesondere der Metalle vermittelt, wogegen die Nichtleiter oder Isolationsmittel als Substanzen galten, welche sich dieser Fortleitung entgegenstellen. Nach der neueren Auffassung, zu welcher die Untersuchungen verschiedener Beobachter führen und welche durch die Hertz-

schen Untersuchungen in helleres Licht gestellt wird, scheint alle Fortpflanzung der elektrischen Erregung durch die Nichtleiter zu geschehen, während die Leiter dieser Fortpflanzung einen für schnelle Aenderungen unüberwindlichen Widerstand entgegenstellen. Nach dieser Auffassung könnte man also wohl geneigt sein, die Bezeichnung von Leitern und Nichtleitern zu vertauschen, indessen sind dabei die Umstände zu berücksichtigen, indem diese Bezeichnungen überhaupt nur eine relative Bedeutung haben. Unzweifelhaft ist es aber, dass die Metalle Nichtleiter für die elektrische Kraft sind, dass sie aber diese Kraft eben dadurch unter gewissen Verhältnissen zusammenhalten und vor Zerstreung schützen, so dass sie zu Leitern des scheinbaren Ursprungs dieser Kräfte, der sogenannten Elektrizität werden, während deren Ursprung thatsächlich in den Nichtleitern zu suchen ist.

Die Bogenlampe von Pieper, D. R. - P. Kl. 21, No. 47670. Die Regulierung der Bogenlampe erfolgt von zwei Gehwerken aus, welche die Kettenrollen a, b (Fig. 1) in derselben Richtung drehen. Arbeiten beide Werke mit gleicher Geschwindigkeit, so behalten die die Kohlen tragenden Rollen c, d, f ihre Lage im Raume bei, und die Kette umläuft ohne Wirkung auf die Lichtbogen die fünf Rollen. Je nachdem

aber die eine Rolle schneller oder langsamer läuft als die andere, werden die Kohlen einander genähert oder von einander entfernt, wobei der Lichtbogen seine Stellung im Raume stets beibehält. In der nach diesem Prinzip ausgeführten Lampe (Fig. 2 und 3) wird das eine Gehwerk (Windflügel F) durch das Gewicht des oberen Kohlenhalters P getrieben, das andere F' durch ein Federwerk R. Die Regelung

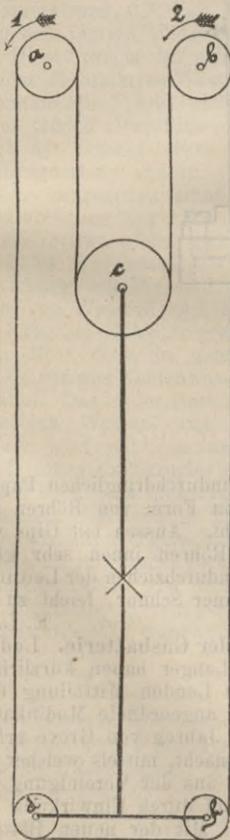


Fig. 1.

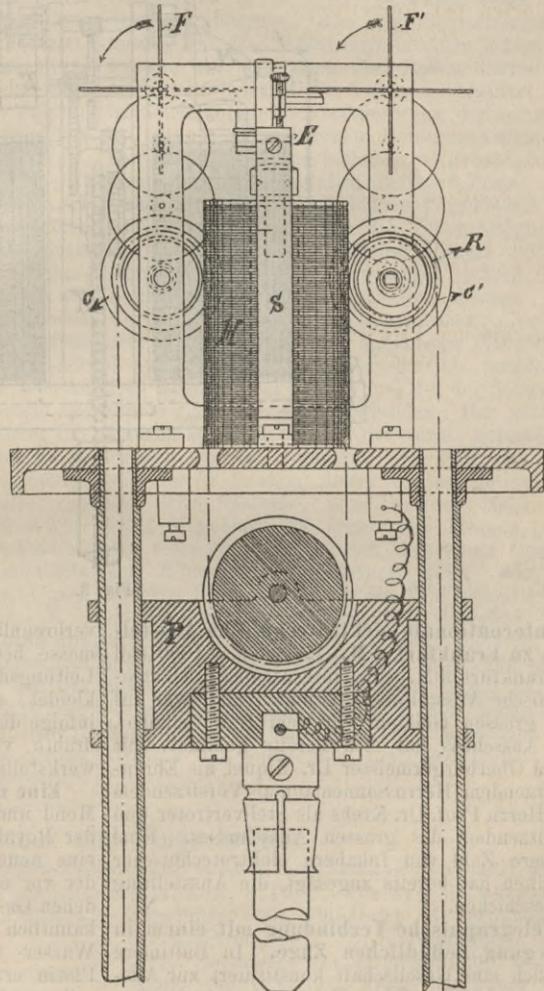


Fig. 2.

geschieht nun durch die Wechselwirkung eines Haupt- und Nebenstrommagneten H' und H in der Weise, dass der beiden gemeinsame Anker E, wenn kein Strom durch die Lampe geht, von den ihn tragenden Blattfedern SS in der Richtung des Pfeiles f nach links gezogen wird und durch Auslösung der Hemmung M das Gehwerk F in Wirkung treten lässt, welches unter dem

Einlass des Gewichts P die Kohlen einander nähert, bis sie aufeinander stossen. Wird nun die Lampe in den Stromkreis eingeschaltet, so geht der ganze Strom durch die Kohlen und um H', der Anker wird soweit nach rechts herübergezogen, dass F durch M gesperrt, das Federwerk F' dagegen, welches solange von N gesperrt war, ausgelöst wird und die Kohlen soweit von

einander entfernt, bis der nun gleichfalls in Wirkung tretende Nebenschlussmagnet H den Anker soweit wieder nach links zieht, dass F' wieder gesperrt wird. Je nachdem nun die Kohlen abbrennen, wird abwechselnd F ausgelöst und wieder gehemmt, während F' nur in Thätigkeit tritt beim Einschalten einer Lampe

oder wenn die Kohlen durch irgendwelche Unregelmässigkeit im Betriebe sich zu weit nähern. Die Anordnung des Ankers gewährleistet grosse Empfindlichkeit des magnetischen Theils der Regulierung, während der mechanische Teil von ungünstigen äusseren Einflüssen, Staub u. dergl. nicht sehr beeinflusst werden dürfte. S—t.

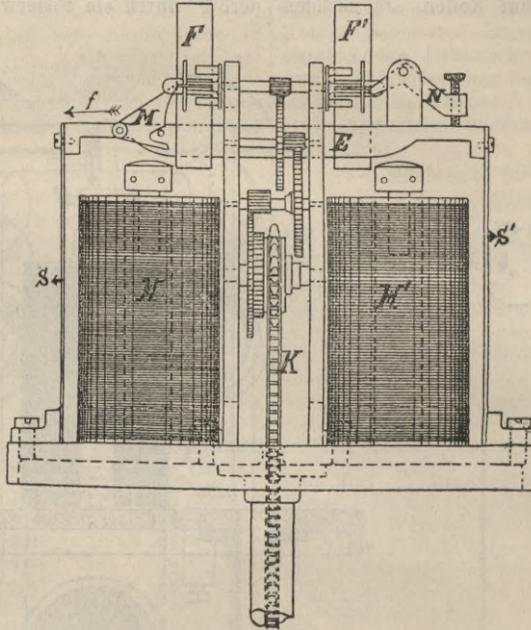


Fig. 3.

Internationale elektrotechnische Ausstellung zu Frankfurt a/M. Im Sommer 1890 soll in Frankfurt a/M. eine internationale elektrotechnische Ausstellung stattfinden und zwar auf dem grossen Gelände vor dem Hauptbahnhof. Der Ausschuss hat sich bereits gebildet, mit Herrn Oberbürgermeister Dr. Miquel als Ehrenvorsitzendem, Herrn Sonnemann als Vorsitzendem und Herrn Prof. Dr. Krebs als Stellvertreter und Vorsitzendem des grossen Ausschusses. Eine grössere Zahl von Inhabern elektrotechnischer Fabriken hat bereits zugesagt, die Ausstellung zu beschicken. N.

Telegraphische Verbindung mit einem in Bewegung befindlichen Zuge. In Baltimore hat sich eine Gesellschaft konstituiert zur Ausbeutung des Cadeschen Telegraphen-Apparates, der ein direktes Korrespondieren mit den Passagieren eines in Bewegung befindlichen Zuges gestattet. Da durch die angestellten Versuche gute Resultate erzielt wurden, wird zur Zeit ein zwischen Baltimore und Washington gehender Zug mit dem Cadeschen Apparat ausgerüstet. E. L.

In der Neuen Oper zu Philadelphia soll ein neues Isoliersystem versucht worden sein, bei welchem das Isoliermaterial aus einer un-

verbrennlichen und undurchdringlichen Papiermasse besteht, die in Form von Röhren den Leitungsdraht umgiebt. Aussen mit Gips verkleidet, sind diese Röhren innen sehr glatt, in Folge dessen das Hindurchziehen der Leitungsdrähte, vermittelt einer Schnur, leicht zu bewerkstelligen ist. E. L.

Eine neue Form der Gasbatterie. Ludwig Mond und Dr. Karl Langer haben kürzlich in der Royal Society zu London Mitteilung über eine neue von ihnen angeordnete Modifikation der vor etwa fünfzig Jahren von Grove erfundenen Gasbatterie gemacht, mittels welcher bekanntlich Elektrizität aus der Vereinigung von Wasser- und Sauerstoff durch Einwirkung von Platin erzeugt wird. Mit der neuen Batterie sollen auf diese Weise starke elektrische Ströme hervorgebracht werden. Weil hierbei das Elektrolyt nicht in flüssiger Form, sondern als fester Körper zur Anwendung kommt, so wird dieser Apparat als „trockene Gasbatterie“ bezeichnet. Jedes Element dieser Batterie besteht aus einem porösen Diaphragma aus nichtleitendem Material, beispielsweise aus Gyps, welches mit verdünnter Schwefelsäure getränkt wird. Beide Seiten dieses Diaphragmas sind mit sehr dünnen Platinblättern bedeckt, die mit vielen feinen Löchern

durchbohrt sind und darüber ist ein dünner Ueberzug von Platinschwarz (Platinschwamm) angebracht. Diese beiden Ueberzüge stehen mit den aus Blei-Antimon-Legierung bestehenden, unter sich isolierten Rahmen in leitender Verbindung und durch diese Rahmen wird die Elektrizität nach den Polen jedes Elements geführt. Eine Anzahl solcher Elemente sind nebeneinander aufgestellt oder übereinander geschichtet mit nichtleitenden Rahmen dazwischen, so dass Kammern gebildet werden, durch welche einerseits Wasserstoffgas und andererseits Luft hindurchgeht. Ein Element mit einer Gesamtfläche von 774 qm, welches mit 1 gr Platinschwarz und 0,35 gr Platinpolin bedeckt ist, besitzt eine elektromotorische Kraft von nahezu 1 Volt im offenen Zustande und erzeugt einen Strom von 2 Ampère und 0,7 Volt oder von 1,4 Watt, wenn der äussere Widerstand gehörig geregelt ist. Dieser Strom ist nahezu gleich 50% der aus dem absorbierten Wasserstoff zu erhaltenden Gesamtenergie. Die elektromotorische Kraft nimmt jedoch allmählich ab infolge des Uebergangs der Schwefelsäure von einer Seite des Diaphragmas zur andern. Um diesem störenden Einfluss entgegenzuwirken, ist von Zeit zu Zeit der Durchgang der Gase umzuwechseln. Die Batterie wirkt gleich gut mit Gasen, welche 30—40% Wasserstoff, wie solche durch die Einwirkung von Wasserdampf, oder einem Gemisch von Wasserdampf und Luft auf Kohle oder Koks bei Glühhitze erhalten werden können, wenn diese Gase in genügender Weise von Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffen befreit worden sind. Das in der Batterie durch die Verbindung von Wasser- und Sauerstoff gebildete Wasser wird mit den unverbrauchten Gasen mittels eines Luftstromes abgeführt. S.

Der spezifisch elektrische Widerstand des Schwefels. Neuerdings hat James Monckman die elektrischen Eigenschaften sowohl des gewöhnlichen im Handel vorkommenden Schwefels (Stangenschwefel und Schwefelblume), sowie des sorgfältig gereinigten Schwefels genau untersucht. Wir entnehmen darüber Electrical

Review vom 21. Juni die folgenden Mitteilungen: Die Reinigung des Schwefels wurde nach drei Methoden ausgeführt. Die erste Methode bestand darin, dass der Schwefel gelöst und dann der Kristallisation überlassen wurde, worauf eine wiederholte Destillation erfolgte. Bei der zweiten und dritten Methode wurde die Destillation unter verschiedenen Bedingungen ausgeführt, einmal in einer Atmosphäre von Schwefelchlorid; das andere Mal erfolgte die Destillation in der Luft, es wurde dabei aber Schwefel benutzt, der aus Schwefelnatrium mittels reiner Chlorwasserstoffsäure ausgefüllt worden war. In allen drei Fällen wurde der Schwefel wiederholt im Vakuum destilliert. Es ist leicht begreiflich, dass wenn der Schwefel bei diesen verschiedenen Reinigungsverfahren noch Unreinigkeiten beibehalten gehabt hätte, diese doch wahrscheinlich in jeder Probe nach Quantität und Qualität hätten verschieden sein müssen und dass, wenn die Verunreinigungen die Ursache der Leitungsunfähigkeit des geschmolzenen Schwefels gewesen wären, die Leitungsfähigkeit bei den drei Proben eine Verschiedenheit hätte zeigen müssen; dies war aber nicht der Fall. Der spezifische Widerstand des gewöhnlichen Stangenschwefels wurde zu 1,66 Megohms bei 440° C. und der der Schwefelblume zu 5,6 Megohms gefunden. Der mittlere spezifische Widerstand der drei gereinigten Proben war 7,7 Megohms. Bei 350° und 300° war der Widerstand dieser Proben gleich dem der Schwefelblume, nämlich bezw. 56,5 und 282,5 Megohms. Es ergab sich hieraus, dass der reine Schwefel nahezu demselben Gesetze der Widerstandsveränderung folgt wie die anderen Sorten, und da die Widerstandskurve im Punkte der abnehmenden Zähigkeit und wachsenden chemischen Aktivität plötzlich abbiegt, so ist es wahrscheinlich, dass eine plötzliche Molekularveränderung mit Bezug auf die Vereinfachung der Struktur der komplexen Moleküle stattfindet und die Dissociation die Ursache der wachsenden Leitungsfähigkeit des Elements ist. S.

Neue Bücher und Flugschriften.

(Die der Redaktion zugehenden neuen litterarischen Erscheinungen werden hier aufgeführt und allmählich zur Besprechung gebracht.)

Goppelsröder, Prof. Dr. Friedr. Farbelektrische Mitteilungen. Mühlhausen im Elsass. Wenz & Peters.

Himmel und Erde. Populäre illustrierte Monatsschrift. Herausgegeben von der Gesellschaft Urania. Redakteur Dr. Wilhelm Meyer. Berlin, Herm. Paetel. Heft 10—12. Preis vierteljährlich 3 Mk.

Thompson, Silv. P. Die dynamoelektrischen Maschinen. Ein Handbuch für Studierende der Elektrotechnik. Dritte verbesserte Auflage. Uebersetzt von C. Grawinkel. Heft 5. Halle. W. Knapp. Preis: 3—4 Mk. für jedes Heft.

Granfeld, G. W., k. k. Obergeringieur. Der Fingersatz beim Hughes-Apparate. Wien. A. Hartleben.

Bücherbesprechungen.

v. Urbanitzky, Dr. Alfred. Die elektrische Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis. Mit 169 Abbildungen. Zweite Auflage. Band XCV

der chemisch-technischen Bibliothek. Wien, A. Hartleben.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Büchleins sind so viele neue Erfindungen

gemacht worden, dass eine vollständige Neubearbeitung notwendig war.

In einer durchaus verständlichen und eleganten Darstellung, welche wir in allen Büchern des rühmlichst bekannten Verfassers wiederfinden, wird im I. Kapitel die geschichtliche Entwicklung der elektrischen Beleuchtung in kurzen Zügen vorgeführt, woran sich im II. Kapitel, nach einigen Vorbemerkungen über die Induktion, die Beschreibung der bekanntesten elektrischen Maschinen reiht. Die Einteilung geschieht nach zwei Gesichtspunkten: 1) nach der Beschaffenheit des Ankers in Ring- und Trommelmaschinen und 2) nach der Art der Bewickelung und Verbindung des Feldmagnetes mit dem Anker in Reihen-, Nebenschluss- und Compoundmaschinen.

In dem III. Kapitel: Sekundärelemente und Transformatoren vermissen wir die Erwähnung der trefflichen Tudorschen Akkumulatoren.

Sehr schwierig dürfte dem Verfasser die Auswahl aus der grossen Zahl der Bogen- und Glühlampen geworden sein, welche im IV. Kapitel behandelt sind, doch ist die getroffene Auswahl als eine glückliche zu bezeichnen.

In dem V. Kapitel — Beleuchtungsanlagen — ist zwar auf den durchaus notwendigen gleichförmigen Gang der Motoren hingewiesen, doch wäre es gut gewesen, der Compound-Dampf- und -Gaskraftmaschinen Erwähnung zu thun. Treffend sind die Bemerkungen über Gleichstrom- und Wechselstrombogenlampen. Ueber die Verwendbarkeit und die physiologischen Wirkungen der Gleich- und Wechselströme, wie denn überhaupt das ganze Kapitel über elektrische Anlagen mit grosser Fachkenntnis und in einer für den Laien durchaus verständlichen Weise geschrieben ist. Zum

Schluss werden noch eine ganze Reihe von Anwendungen des elektrischen Lichtes (bei Eisenbahnen, Schiffen und Theatern, sowie für ärztliche Zwecke u. s. w.) angeführt.

Für jeden Laien, der sich über die elektrische Beleuchtung unterrichten will, ist das vorliegende Büchlein auf das Wärmste zu empfehlen. Prof. Dr. Krebs.

Nippold, Dr. W. A., Vademecum für Elektrotechniker. Praktisches Hilfs- und Notizbuch für Ingenieure, Elektrotechniker, Werkmeister, Mechaniker u. s. w. Begründet von E. Rohrbeck. Siebenter Jahrgang des Kalenders für Elektrotechniker. Halle a. S. W. Knapp.

Dieses Vademecum enthält ausser einer Anzahl Tabellen aus Mathematik, Mechanik, Maschinentechnik und allgemeiner Physik eine genaue Behandlung der elektrischen Konstanten, Messinstrumente und Messmethoden, von denen namentlich der letztgenannte Teil trefflich und ausführlich behandelt ist. Ebenso ausgiebig und übersichtlich sind die Angaben über die eigentliche Elektrotechnik, an welche selbstverständlich auch die Telegraphie, Telephonie und Blitzschutzlehre anschliesst.

Ein weiteres Kapitel enthält wichtige Gesetze über Patente und Krankenversicherung, Unfallversicherung, ferner Normen zur Berechnung des Honorars für technische Arbeiten u. s. w. Angaben von Adressen elektrotechnischer Firmen und von Bezugsquellen bilden den Schluss.

Das Vademecum enthält alles für den Elektrotechniker Wissenswerte in zuverlässiger und übersichtlicher Darstellung.

Es kann auch mit Kalendarium und Notizbuch versehen, zum Preise von 5 Mk. bezogen werden. Prof. Dr. Krebs.

Patentanmeldungen.

Oktober.

- C. 2821. Elektrizitätszähler. J. Cauderay in Lausanne.
- P. 4278. Bogenlampe. Pokorny und Wittekind in Bockenheim.
- V. 1400. Schaltung von Fernsprechstellen zum selbstthätigen Geben des Anruf- und Schlusszeichens. E. Volkers in Düsseldorf.
- Z. 1105. Synchroner Wechselstrommotor. C. Ziperowski, M. Déri und O. T. Blathy in Pest.
- K. 6483. Selbstthätige Einschaltung von Akkumulatoren abwechselnd in den Ladestromkreis und in den Entladestromkreis. F. King in Fulham.
- R. 5498. Akkumulator. E. Reynier in Paris.
- L. 4896. Neuerungen im Messen von Wechselströmen. Lewrie, Hall und Kelle in London.
- M. 6001. Vielfacher Druck-Telegraph. C. J. A. Munier in Paris.
- O. 1153. Verbindung der Elektroden bei Tauchbatterien. L. Ochse in Köln.
- P. 4303. Querstromlampe mit mehrlöpiger Glühkohle. H. Pieper fils in Lüttich.
- S. 4895. Verfahren zur Isolierung elektrischer Leiter. Ch. Th. Snedekor in Washington.
- Sch. 5888. Element bestehend aus einer Zinkelektrode u. einer Silber-Doppelsatz-Elektrode. A. Schmidt. Cölln, Elbe.

- T. 2437. Anker für Dynamomaschinen und Transformatoren. E. Thomson in Lyon.
- W. 6222. Trockenelement. Wolfschmidt und Brehm in Berlin.
- Z. 1161. Momentschaltvorrichtung. F. Zöpke in Berlin.
- E. 2507. Dynamomaschine. Elektrotechnische Fabrik. Neumarkt bei Nürnberg.
- E. 2530. Verfahren zur Verbindung der Enden elektrischer Kabel. J. L. C. Eckelt in Berlin.
- C. 3025. Glühlampenhalter. J. W. Collier in New-York.
- K. 6875. Umschalter. J. Kolb in Leipzig.
- P. 4288. Steuerung elektrischer Motoren. A. Pixt in Paris.
- B. 9835. Wechselstrommaschine. O. Blathy in Pest.
- H. 7882. Auslösungsvorrichtung für Glühlampen. Ch. Heisler in St. Louis.
- S. 4890. Einrichtung zur Gleichhaltung der Gebrauchsspannungen in den einzelnen Zweigen eines Mehrleitersystems. Siemens und Halske in Berlin.
- W. 6178. Wattzähler für Wechselstrom und Gleichstrom mit Differenzzählwerk. K. Wilkens in Berlin.
- H. 9136. Elektrodenplatte für Akkumulatoren. G. Hagen in Köln.

Verlag von Julius Maier in Stuttgart.

Die
elektrischen Erscheinungen und Wirkungen
in Theorie und Praxis.
Nebst Anhängen von gelösten Aufgaben und Berechnungen.

Gemeinfassliche Erklärung und Darstellung
der
Elektricitätslehren und Elektrotechnik.

Mit vielen Holzschnitten und Tafeln.

Herausgegeben

von

Dr. Ad. Kleyer

unter Mitwirkung von

Dr. Oskar May, Dr. Ad. Krebs und Dr. Hovestadt.

Die epochemachenden Erfolge, welche der Magnetismus in Verbindung mit der Elektrizität gegenwärtig aufzuweisen hat und die unzähligen praktischen Verwendungen, welche diese allüberall in der Natur verborgenen und zu erregenden Kräfte voraussichtlich noch erlangen müssen und können, sind Gründe genug, dass in den Schulen dem Studium dieser Imponderabilien, im praktischen Leben der Erregung und Verwertung jener geheimnisvollen Kräfte die grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

Die Litteratur über Elektrizität und Elektrotechnik hat dementsprechend einen grossen Aufschwung genommen; doch fehlt bis jetzt darin ein Werk, welches die Gesamtheit der elektrischen Erscheinungen und Wirkungen in einheitlichem Sinne, in klarer, übersichtlicher und logischer Reihenfolge behandelt, dabei ein Lehrbuch für die Schule und übergehend ins praktische Leben ein Lehrbuch zum Selbststudium und ein Nachschlagebuch nicht allein für den Praktiker, sondern auch, da diese Wissenschaft die Interessen aller Kreise aufs engste berührt, für jedermann ist.

Diese Lücke ist nun durch das vorstehend bezeichnete Werk ausgefüllt worden. Den Verfassern desselben müssen wir hierbei das Verdienst zusprechen, diese mühevollen Aufgabe in vortrefflicher Weise erledigt zu haben. Dieselben haben in diesem Werke fast durchweg die Definitionen, die Entwicklung von Theorien, Beschreibung und Anwendung von Apparaten etc. in der Beantwortung von Fragen und Antworten gegeben, jedoch nicht wie in „Katechismen“ ohne inneren Zusammenhang, sondern jede folgende Frage steht in logischer Beziehung zu der vorhergehenden Antwort. **Damit ist ein leichtes Eindringen in die Lehren der elektrischen Erscheinungen gewährleistet** und zugleich dem Studierenden, welcher sich etwaigen Prüfungen unterziehen will, **ein gutes Buch für seine Repetitorien, dem Examiner ein brauchbares und zweckdienliches Handbuch und dem ausübenden Techniker ein fast unentbehrliches Nachschlagewerk geschaffen.**

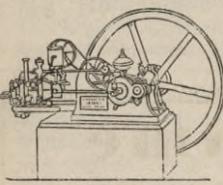
Monatlich erscheinen 3—4 Hefte à 25 Pf. und sind bis jetzt 114 Hefte à 25 Pf. bereits erschienen, welche auf einmal oder nach und nach bezogen werden können.

 Im Verlage von Julius Maier in Stuttgart ist soeben der bis zum 670. Hefte fortgeführte

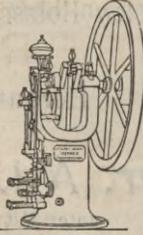
Kleyer-Katalog

über Kleyers Encyklopädie der gesamten mathematischen, technischen und exakten Naturwissenschaften (à 25 Pfennig pro Heft) erschienen und zwar mit vollständiger Inhaltsangabe der Heftausgabe, sowie der vollständig erschienenen Bände. Dieser Katalog kann durch alle Buchhandlungen oder direkt von der Verlagshandlung **gratis** bezogen werden.

Hille's Gasmotor „Saxonia“.
Hille's Petroleummotor „Saxonia“.



Dresdener Gasmotorenfabrik
Moritz Hille in Dresden empfiehlt Gasmotore von 1 bis 100 Pferdekraft, in liegender, stehender, ein-, zwei- und viercylindriger Konstruktion. Geräuschlos arbeitend u. überall aufzustellen. Viele Hundert im Betriebe. (211)
Transmission nach Seller's System.



D. R.-Patent. D. R.-Patent.

Prospekte und Kostenanschläge gratis.
Feinste Referenzen. — Vertreter gesucht.

Isolierte Kupfer- u. Neusilberdrähte.
Leitungsmaterial und Kabel
für alle elektrotechnischen Zwecke.
J. Obermaier, Nürnberg.

(237)

Mossdorf & Mehnert
Maschinenfabrik,
Hainstr. 19 Chemnitz, Hainstr. 19
Spezialität: (265)
Fraismaschinen
(amerikan. System) für Metallbereitung.

Verlag von Julius Maier in Stuttgart.

Lehrbuch
der
Kontaktelektricität
(Galvanismus)
mit
731 Erklärungen, 238 in den Text
gedruckten Figuren, einem Formeln-
verzeichnis und einem alphabetischen
Sach- und Autorenregister
nebst einer
Sammlung gelöster u. ungelöster
analoger Aufgaben.

Für das Selbststudium und zum
Gebrauch an Lehranstalten, sowie
zum Nachschlagen für Fachleute
bearbeitet nach System Kleyer
von
Dr. Oskar May.
Preis: M. 8. —

Dieses Werk behandelt in äusserst
verständlicher, ausführlicher Weise die
Lehren des Galvanismus (Kontaktelek-
tricität, Herühungselektricität). Es zer-
fällt in einen experimentellen und einen
mathematischen Teil. Im Anhang finden
wir eine grosse Zahl gelöster und un-
gelöster Aufgaben, welche das Verständ-
nis vollkommen machen.
Die Verlagshandlung hat keine Kosten
gespart, das Werk mit zahlreichen aus-
gezeichneten Figuren anzustatten.



MAX FRANKE
BERLINS.
LUISEN-UFER 12.
NIEDERLAGE
der
Glashüttenwerke-Weisswasser
Hirsch, Janke & Co
SPECIALITÄTEN
ELECTRISCHE BELEUCHTUNGS-
ARTIKEL.

Strom- und Spannungsmesser

für Gleich- und Wechselstrom.

Für dauernde Einschaltung und Kontrolle.

In jeder gewünschten Grenze und Skala.

Stationsapparate bis 5000 Amp.

Zuverlässig, einfach, preiswürdig.



Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft BERLIN.

(254)

Felten & Guilleaume

Carlswerk, Mülheim am Rhein.

Fabrikanten von elektrischen Leitungen.

Telegraphendraht, verzinkt und nicht verzinkt, mit grösster Leitungsfähigkeit.

Kupferdrähte, umspinnen, für Dynamo-Maschinen.

Leitungsdrähte, isoliert und umspinnen, der verschiedensten Art.

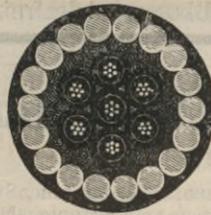
Bleikabel für Elektrisch-Licht, Kraftübertragung, Telephonie und Telegraphie.

Kabel mit Guttapercha oder Gummiadern für *Telegraphie, Telephonie* und *Elektrisch-Licht* mit Hanf-, Draht- und Blei-Armatur.

In Berlin vertreten durch **Peter Kaufmann,**

O., Wallner-Theater-Strasse No. 33.

(214)



Telephondraht, verzinkt. Patent-Gussstahldraht und Silicium-bronzdraht.

Kupferdrähte, blank u. gegläht, mit höchst. Leitungsfähigkeit.

Elektrisch-Licht-Leitungen jeder Art, flamsicher u. wasserdicht.

F. A. HESSE SÖHNE

in HEDDERNHEIM bei Frankfurt a. M.

Kupferwalz- und Hammerwerk, Drahtzieherei und Nietenfabrik,

Fabrikation von Kupferrohren ohne Naht, von Kupferbändern und allen Arten von Kupferdrahtseil für Blitzableiter.

SPEZIALITÄTEN:

Chemisch reiner Kupferdraht für elektrotechnische Zweck in möglichst langen Adern mit garantierter höchster Leitungsfähigkeit, Bänder, Drahtseile, Bleche und Anoden aus chemisch reinem Kupfer. (2:3)

Bronze-Draht für Telephon- u. Telegraphen-Leitungen.

Braunstein

präpariert für Elemente
liefert **Chr. Gottl. Förster,**
(225) Ilmenau in Thür.

Vorrath
50000 Meter
einfache bis 400mm
Doppelte bis 915 mm breit.

Treibriemen

C. Otto Gehekreus
Hamburg

(2:0)

de Khotinsky.

Glühlampen. Accumulatoren.

Elektricitets-Maatschappij System de Khotinsky

General-Vertreter:

Ed. J. von der Heyde,

Wöhlerstrasse 10. Frankfurt a. M. (226)

Tüchtige Vertreter gesucht.

Electrotechnische Fabrik
Mix & Genest
S. W. BERLIN S. W.



Transportable Telephon-Tisch-Station.
Telephon-Anlagen.
Haustelegraphen.
Blitzableiter. Lichtapparate.
Wiederverk. illustr. Preis. gratis.



Sorge & Schma
Berlin NO.,
16. Neue Königsstrasse 16.
Maschinen - Treibriemen - Fabrik

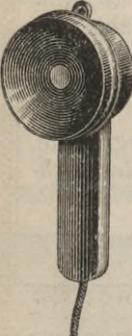
aus bestem eichenloh gegerbtem Kernleder. (231)

Spezialität für Elektrische Anlagen:
Patent gekittete Treibriemen ohne Naht und Niete,
schnurgerade laufend und vollkommen dehnfrei.

Gekörnt
staubfrei
weich crystallirt
eisenerfrei
vorzüglichste Qualität

BRAUNSTEIN Amstady/Th.
zurfüllung v. Elementen
gemahlene
St. bis 95%
billigst

Wilm. Mimmel Brau
Braunstein - HANDLUNG.



Schäfer & Montanus
Frankfurt a. M.

Spezialität in Telephonen, Mikrophonen, System Ader, D. R.-P., unübertroffen an Leistungsfähigkeit ohne Reguliervorrichtung, vielfach verwendet bei Eisenbahnen, Feuerwehren, Bergwerken, Drahtseilbahnen, Fabriken u. s. w. Fabrikation aller Arten Elemente, auch Dun's Kali-Elemente, D. R.-P., zum Betriebe von kleinen Motoren für ärztliche Zwecke, Schlafzimmer-Beleuchtungen etc.

Anleitung zum Installieren der Leitungen und Apparate geben wir in jedem speziellen Fall brieflich.
Preislisten gratis. (227)



Epilepsie.

Krampf- u. Nervenleidende finden sichere Heilung nach einzig dastehender tausendfach bewährter Methode.

Briefliche Behandlung nach Einsendung eines ausführlichen Berichtes, dieselben sind mit Retourmarken zu adressieren: (249 a)

„Hygiea Sanatorium“ Hamburg I.

Maschinen-Knochenöl,
höchst fettreich, äusserst sparsam im Verbrauch, vorzügl. Schmieröl für dynamo-elekt. Maschinen sowie

Ia. Gasmotoren-Öl
empfehlen

W. Cuypers & Stalling
Knochenölfabrik,
Dresden.

Berlin, Chemnitz,
Dresdnerstrasse 37. Langstrasse 4.
Auf 12 nat. und internat. Ausstellungen prämiert. (217)

Patente
besorgtu. verwerthet in allen Ländern.
Prospecte gratis.
Alfred Lorentz. Berlin, Lindenstr. 67.

(258) Für P. R. No. 34174 A. Swan „Neuerungen in Beschlägen für elektrische Glühlichtlampen“ werden Lizenznehmer oder Käufer gesucht. Nähere Auskunft vermittelt **Karl Pieper,** Ingenieur und Patentanwalt, Gneisenaustr. 109/110, Berlin S. W.