

Elektrisches Licht.

Von

Prof. Dr. Max Reithoffer.

Vortrag, gehalten den 25. Jänner 1905.

(Mit Demonstrationen.)

Mit 2 Tafeln.

Auf dem Gebiete des elektrischen Beleuchtungswesens sind in der letzten Zeit einige Fortschritte und Neuerungen zu verzeichnen, über welche ich heute zu berichten die Ehre habe. Ich will diese Gelegenheit benützen, um wenigstens in kurzem Auszuge im allgemeinen die Erzeugung von Licht durch elektrischen Strom zu behandeln.

Die ersten elektrischen Lichterscheinungen, von denen wir in der Literatur Erwähnung getan finden, sind die Entladungserscheinungen, hervorgerufen mit den alten Elektrisiermaschinen. Es waren dies die mitunter außerordentlich kräftigen Funken, welche bei dem Ausgleiche elektrischer Ladungen auftreten. Eine lichttechnische Bedeutung kann jedoch diesen Funken nicht zugeschrieben werden. Die Hilfsmittel, mit denen sie damals erzielt wurden, waren ziemlich unbeholfen, die Energie eine verschwindend kleine. Allerdings haben die Entladungsfunken in einem der erst jüngst ausgebildeten Zweige der Elektrotechnik, in der Funkentelegraphie, eine hervorragende Bedeutung gewonnen, für die Zwecke der Beleuchtung aber kommen sie nicht in Betracht. Erst als ein anderer Funke beobachtet wurde, dessen Auftreten an das Vorhandensein elektrischer Ströme gebunden ist, wurde es möglich, Lichterscheinungen dauernder und kräftiger Natur hervorzurufen.

Wird ein elektrischer Strom unterbrochen, so tritt an der Unterbrechungsstelle ein Funke auf. Bei genügender Spannung im Stromkreise und entsprechender Beschaffenheit der Unterbrechungsstelle kann dieser eine ganz bedeutende Helligkeit und Beständigkeit bekommen. Der erste, der einen Unterbrechungsfunken im großen vorführte, war der englische Gelehrte Humphry Davy, der durch die freigebige Unterstützung seiner Mitbürger in den Besitz von 2000 galvanischen Elementen gesetzt war. Mit dieser kräftigen Batterie erzeugte Davy zwischen zwei Spitzen aus Holzkohle, welche er vorübergehend miteinander in Berührung gebracht und dann voneinander getrennt hatte, eine helleuchtende Flammengarbe, welche bei der wagrechten Stellung seiner beiden Kohlen durch die erwärmte Luft bogenförmig nach aufwärts ausgebaucht wurde, weshalb er dieser Erscheinung den Namen „Lichtbogen“ beilegte.

Wir müssen uns diese Erscheinung in der Art erklären, daß bei Unterbrechung des Stromes im ersten Augenblick die äußersten Partikelchen der beiden Kohlenstifte (Elektroden) zum Glühen und Verdampfen kommen und dieser Dampf für den Strom eine leitende Bahn bildet. Solange diese Verdampfung durch die Energie des elektrischen Stromes erhalten wird, solange bleibt der Lichtbogen bestehen.

Der Lichteffect dieser Erscheinung war ein so außerordentlicher, daß der Gedanke sich von selbst aufdrängte, ihn zur Konstruktion von Lampen zu benützen. Allerdings eine ausgebreitete Beleuchtung konnte schon mit

Rücksicht auf die damals zur Verfügung stehenden elektrischen Energiequellen lange nicht Platz finden. Stehen wir doch erst zu Anfang des 19. Jahrhunderts, wenige Jahre nachdem die galvanischen Elemente entdeckt waren, und mehr als ein halbes Jahrhundert vor Erfindung der ersten dynamo-elektrischen Maschinen. So kamen solche Lampen nur vereinzelt in Anwendung, für Leuchttürme und in Theatern zur Effektbeleuchtung. Die ersten Lampen waren Handlampen und der Nachschub der durch die Verdampfung abgebrauchten Kohlen wurde von Hand aus bewerkstelligt. Nach dem vorgeführten Versuche und den sich daran schließenden Erörterungen erkennen wir, daß für das Arbeiten einer Bogenlampe notwendig ist: eine Berührung der beiden Kohlen zur Erzeugung eines Stromes, dann ein Auseinanderreißen derselben auf eine Distanz von wenigen Millimetern, um den Lichtbogen zu bilden, und endlich ein Nähern der beiden Kohlenspitzen in dem Maße, als durch das Verdampfen und Verbrennen der Kohlen eine Abnutzung derselben stattfindet, damit der Lichtbogen die richtige Länge behalte.

Diese Aktion selbsttätig zu gestalten, ist in dem vorliegenden Falle eine leichte Aufgabe. An jedem von elektrischem Strome durchflossenen Apparate müssen wir zwei elektrische Größen ins Auge fassen, und zwar den durch den Apparat fließenden Strom und die zur Erhaltung dieses Stromes notwendige Spannung. Beim Lichtbogen unterliegen diese beiden Größen mit dem Abbrande der Kohlen Veränderungen. Wird der Lichtbogen zu

lang, so sinkt die Stromstärke und steigt die Spannung des Lichtbogens; ist der Lichtbogen zu kurz, so ist die Stromstärke größer und die Spannung geringer. Es bieten sich also auf diese Weise zwei Möglichkeiten, um elektrisch die richtige Lichtbogenlänge einzustellen. Entweder man benützt den Strom selbst, läßt ihn durch eine Spule fließen, welche bestrebt ist, entgegen einer konstanten Kraft (Feder oder fallendes Gewicht) den Lichtbogen auseinanderzureißen, oder man benützt einen Seitenstrom (Nebenschluß), welcher von der positiven Kohle abseits vom Lichtbogen durch eine Spule zur negativen Kohle fließt, sodaß nur bei der richtigen Bogenlänge der Mechanismus in Ruhe bleibt.

Diesen beiden Regulierungen entsprechen die sogenannten Hauptstrom-, beziehungsweise Nebenschlußlampen. Man kann aber auch beide Einrichtungen kombinieren. Hefner-Alteneck, der Erfinder des Trommelankers, hat die erste Lampe mit solchem kombinierten Mechanismus geschaffen und sie Differentiallampe genannt. Zwei Solenoide arbeiten einander entgegen, ein Solenoid arbeitet auf Entfernung der Kohlen und ist von dem Hauptstrom durchflossen; ein zweites arbeitet auf Nähern der Kohlen und wird von einem Strome durchflossen, der von der Spannung des Lichtbogens abzweigt. So oft das Verhältnis Spannung zur Stromstärke ein anderes als das vorbestimmte ist, wird der Mechanismus arbeiten.

Die normale Spannung einer solchen Bogenlampe kann rund mit 45—50 Volt angenommen werden. Beim

Brennen verhalten sich die beiden Kohlen nicht gleichartig; die negative Kohle spitzt sich, wie dies aus diesem Projektionsbilde zu ersehen ist, zu, während sich die positive Kohle aushöhlt und einen helleuchtenden Krater erhält. Dieser positive Krater ist der heißeste Teil im ganzen Lichtbogen — die Messungen führen zur Zahl von 4000 Grad — und hat auch wegen seiner helleuchtenden Weißglut den hervorragendsten Anteil an der Lichtausstrahlung. Aus diesem Grunde erwies es sich auch als nützlich, die Bildung des Kraters besonders zu begünstigen, und man verwendet heute als positive Kohlen nur solche, welche eine weichere zentrale Füllung (Docht) besitzen. Wegen des stärkeren Verbrauches der positiven Kohle wird dieselbe im Querschnitte bedeutend stärker gewählt, ein Umstand, der gleichfalls der Kraterbildung zugute kommt. Diese physikalischen Bedingungen weisen auch schon den einzelnen Kohlen die nützlichste Stellung an. Die positive Kohle wird stets oben gegeben, während die negative Kohle untengestellt wird.

Es ist natürlich, daß auch die Wechselstromtechnik, die sich auch sonst eine große Bedeutung zu erringen wußte, sich dieses lichttechnischen Erfolges in Bälde bemächtigte. Nach dem bisher Gesagten könnte es einen Augenblick zweifelhaft erscheinen, ob sich ein solcher elektrischer Lichtbogen auch mit Wechselstrom betreiben läßt, denn der einfache Versuch hat uns gezeigt, daß ein Lichtbogen, einmal stromlos geworden, zum neuen Entstehen eine neue Zündung, ein neuerliches Berühren der beiden Elektroden erfordert.

Da nun der Wechselstrom bei seinen Intensitätsänderungen von einem positiven zu einem negativen Maximum und wieder zurück durch den Wert Null geht, so könnte man befürchten, daß in allen diesen Augenblicken vorübergehender Stromlosigkeit der Lichtbogen erlischt. In der Tat würde dies auch eintreten, wenn die Periodenzahl des Wechselstromes sehr gering wäre. Aber bei den Periodenzahlen, welche unsere industriellen Wechselströme aufweisen — 40—50 und mehr Perioden in der Sekunde — sind die Intervalle des Auslöschens so klein, daß noch immer genug Dampf zwischen den beiden Elektroden vorhanden ist, um dem nachstürzenden Strome als Brücke zu dienen, oder mit anderen Worten, die Abkühlung kann nicht so schnell stattfinden, daß der wieder wachsende Strom nicht noch leitenden Dampf vorfände.

Aber daß der Lichtbogen bei unserem hier vorhandenen 50-periodigen Wechselstrom hundertmal in der Sekunde erlischt, können wir an besonderen Versuchen nachweisen. Wir sehen hier den Lichtbogen durch ein optisches System vergrößert an die Wand projiziert. In den Gang des Strahlenkegels, welcher das Lichtbild entwirft, ist eine Scheibe gesetzt, welche am Umfange einige Löcher, im Kreise angeordnet, besitzt. Wenn die Scheibe rotiert, so wird das Lichtbild bald sichtbar, bald abgeblendet, je nachdem gerade ein Loch oder die volle Scheibe vor dem Objektiv unseres Projektionsapparates sich befindet. Wenn wir nun so schnell rotieren lassen, daß gerade dann sich ein Loch im Strahlengange

befindet, wenn unser Wechselstrom seinen Maximalwert hat, so würden wir immer ein grelles Bild unseres Lichtbogens auf dem Schirme beobachten können. Wenn wir aber zu diesen Zeiten gerade den Wert Null des Wechselstromes hätten, so würde ein dunkles Bild erscheinen. Lassen wir nun die Scheibe ein klein wenig langsamer rotieren, als die Veränderungen des Wechselstromes erfolgen, so werden bald maximale Helligkeiten, bald minimale Helligkeiten an der Wand projiziert erscheinen und wir können den Übergang von einem zum anderen langsam verfolgen.

Noch in einer anderen Weise können wir die Lichtschwankungen des Wechselstromlichtbogens nachweisen, indem wir bewegte Körper mit demselben beleuchten. Eine Scheibe mit weißen und schwarzen Sektoren wird durch einen elektrischen Motor in rasche Drehung versetzt. Wenn die Scheibe so schnell rotiert, daß ein schwarzer Sektor an die Stelle des nächsten schwarzen Sektors in derselben Zeit gerückt ist, während welcher zwei Lichtmaxima aufeinander folgen, so werden diese Stellungen besonders sichtbar sein, während der Übergang mehr verschwindet, sodaß die Scheibe durch das Zusammenwirken der Rotation und der Lichtänderungen still zu stehen scheint.

Man kann den Versuch so einrichten, daß eine Reihe von Sektoren, deren Winkelabstände verschieden gewählt sind, konzentrisch angeordnet werden, sodaß bei der Rotation der Scheibe und Beleuchtung derselben mit Wechselstrombogenlicht der eine mittlere Kranz von Sektoren

still zu stehen, die inneren sich nach rechts, die äußeren nach links zu drehen scheinen. (Demonstration.)

An ruhenden Gegenständen ist der schnelle Lichtwechsel nicht wahrzunehmen, infolgedessen auch die Wechselstrombogenlampen eine große Verbreitung gefunden haben.

Die Verbesserung auf dem Gebiete des Bogenlichtes erstreckt sich nach zwei Richtungen; zunächst wollte man die Brenndauer der Lichtkohlen erhöhen durch Ausschaltung der Verbrennung derselben an der atmosphärischen Luft. Den Lichtbogen in ein Vakuum zu bringen, ist mit Rücksicht auf die praktische Schwierigkeit so gut wie ausgeschlossen. Aber durch Anordnung eines Glaszylinders um den Lichtbogen kann die Luftzufuhr so erschwert werden, daß die Oxydation der Kohlen eine beträchtlich verminderte ist. Dies führte zur Konstruktion der Lampen mit eingeschlossenem Lichtbogen, als deren erster Vertreter die Janduslampe bezeichnet werden muß. Sie sehen hier eine solche vor sich. Durch die verminderte Verbrennung ist es erreicht, daß ein Kohlenpaar, das sonst nur 10—12 Stunden ausreichte, für die zehnfache Zeit und mehr genügt.

Ein anderes Bestreben ging darauf hinaus, den Lichtbogen, der bei den gewöhnlichen Bogenlampen einen geringen Anteil am Lichteffekte besitzt, durch Zusatz von Metallsalzen mitleuchtend zu machen. Sind auch derartige Bestrebungen schon frühzeitig aufgetreten, so muß doch Bremer das Verdienst zuerkannt werden, sie der Vergessenheit entrissen und der Praxis zugeführt zu haben.

Die Kohlen, die schon längst nicht mehr aus ganzen Stücken geschnitten werden, sondern durch Pressung aus Ruß, Graphitpulver und ähnlichem künstlich geformt werden, erhalten nach Bremer einen bedeutenden Zusatz von Metallsalzen, insbesondere Fluoriden. Dabei wird eine außerordentliche Färbung des Lichtbogens erzielt. Glühende Metaldämpfe haben ein sogenanntes selektives Spektrum, d. h. sie senden nicht wie die Sonne oder glühende feste Körper alle Strahlen aus, sondern bevorzugen gewisse Wellenlängen (Farben). Es war auf diese Weise möglich, rot-, gelb- und weißleuchtende Lichtbogen zu erzeugen. Da bei diesen getränkten Kohlen die Bedeutung des Kraters als des Hauptlichtspenders bei Gleichstromlampen gegenüber dem Lichtbogen selbst in den Hintergrund tritt, so zeigt sich bei diesen Bogenlampen mit gefärbtem Lichte (Effektbogenlampen oder Flammenbogenlampen) fast kein Unterschied mehr für Betrieb mit Wechselstrom oder Gleichstrom.

Von den Versuchen, anderes Material als Kohle für die Elektroden zu verwenden, hat nur jener Bedeutung gewonnen, bei welchem Quecksilber ein- oder beiderseitig in Anwendung kommt. In der Tat sehen wir hier, wenn ich einen Lichtbogen zwischen einer Kohlenelektrode und einer Quecksilberoberfläche bilde, ein außerordentlich helles Licht auftreten (Versuch). Dieser Lichtbogen hält sich nur gut, wenn die Kohle positiv und das Quecksilber negativ gewählt wird. Die sich entwickelnden Quecksilberdämpfe sind jedoch äußerst giftig und drängen dazu, den Lichtbogen abzuschließen.

Zuerst hat Arons solche Quecksilberbogenlampen konstruiert, bei welchen ein Lichtbogen im Vakuum zwischen zwei Quecksilberelektroden brennt. Hewitt hat auf diesem Gebiete in neuerer Zeit besonders viel gearbeitet und eine neue Form solcher Lampen, die Sie hier vor sich sehen, geschaffen. Lange geschlossene Glasröhren mit Kugelerweiterungen oben sind evakuiert und enthalten unten als eine Elektrode etwas Quecksilber, oben im Hohlraume der Kugel eine Eisenelektrode (Taf. I, Fig. 1). Wenn einmal zwischen diesen beiden Elektroden ein Lichtbogen zustande gekommen ist, so erhält sich derselbe mit niedriger Spannung (60—80 Volt bei den aufgestellten Lampen), je nach der Länge der Röhre, und sendet ein außerordentlich intensives Licht aus. Das Zünden des Lichtbogens erfordert allerdings besondere Einrichtungen. Man muß durch irgend einen Hochspannungsfunken den Quecksilberdampf erst leitend machen (ionisieren), dann bildet sich unter dem Einflusse der angelegten Spannung der Lichtbogen leicht von selbst.

Bei den vorliegenden Ausführungen wird die Zündung durch einen Funken eines unterbrochenen Nebenschaltkreises bewerkstelligt. Es kann auch ein kleines Induktorium dafür verwendet werden.

Eine andere Form solcher Quecksilberbogenlampen oder, wie wir sie nun nennen, Quecksilberdampflampen, ist die Kipplampe, bei welcher beide Elektroden aus Quecksilber gebildet werden und welche durch Kippen des Rohres zum Zünden gebracht wird. Der von einer Seite zur anderen überfließende Quecksilberfaden bildet

den Stromschluß und beim Abreißen dieses Quecksilberfadens wird der Lichtbogen erzeugt. Solche Quecksilberdampflampen können in beträchtlicher Länge verwendet werden (1—2 *m*). Ihr Licht ist ein außerordentlich ökonomisches insoferne, als pro NK nur ungefähr 0·5 Watt erforderlich sind, während die gewöhnlichen Bogenlampen 1—1·2, die Effektbogenlampen 0·6—0·8 Watt pro Normalkerze beanspruchen.

Wenn ich eine Reihe solcher Lampen hier entflamme und alles andere Licht ablösche, so genügt ein Blick auf die Versammlung oder auf diese bunt gefärbte Scheibe, um Ihnen auch die Mängel dieses Lichtes darzustellen. Als leuchtender Metaldampf besitzt auch der leuchtende Quecksilberdampf eine selektive Lichtemission. Ganz wenige Strahlengattungen sind in dem Quecksilberlichte vertreten und vor allem vermischen wir Rot in demselben, sodaß die roten Sektoren dieser Scheibe oder unsere Lippen und Wangen schwarz erscheinen. Dadurch wird dieses Licht von selbst für alle gesellschaftlichen Zwecke unbrauchbar. Ich möchte Sie nur auffordern, sich einen Ballsaal mit Quecksilberlampen beleuchtet vorzustellen. Dennoch findet die Quecksilberlampe Eingang in die Praxis, und zwar für Werkstättenbeleuchtung und für photographische Zwecke; denn das violette Licht derselben ist ganz besonders chemisch wirksam (aktinisch).

Verwendet man statt des Glases als Hülle des Quecksilbers Quarzglas, so wie es Heräus in Hanau zuerst gelungen ist, so bemerkt man an diesen Queck-

silberlampen auch das besonders starke Auftreten von ultravioletten Strahlen, welche ja in der neueren Zeit eine Bedeutung für therapeutische Zwecke gewinnen.

Schon nach kurzer Zeit des Brennens können Sie starken Geruch von Ozon, der sich unter der Einwirkung der starken ultravioletten Strahlung bildet, wahrnehmen.

Wir verlassen hiermit das Kapitel der Bogenlampen und kommen zu einer anderen Klasse von Lampen, bei welchen gleichfalls ein Glühen, hervorgerufen durch den elektrischen Strom, Lichtaussendung bewirkt, zu den Glühlampen im engeren Sinne.

Daß der elektrische Strom den Leiter, den er durchfließt, erwärmt, hat Ihnen Herr Professor Sahulka in seinem Vortrage vorgeführt. Diese Erwärmung kann so weit getrieben werden, daß der Leiter zum Glühen kommt. Wir müssen, dem Rechnung tragend, unsere Leitungen und Kabel bemessen, um solche Erwärmungen zu vermeiden. Andererseits aber kann dieser Wärmeeffekt zu Lichtzwecken ausgenützt werden. Es liegt nun der Gedanke nahe, für ein solches Glühen ein Material zu verwenden, welches nicht der Verbrennung und Abnützung unterliegt, also Metall. In der Tat waren die ersten Glühlampen Platinlampen, bei welchen ein Platindraht durch den elektrischen Strom zur Leuchtglut gebracht wurde. Die Schmelztemperatur des Platins ist eine verhältnismäßig niedrige, so daß ein befriedigender Lichteffect mit diesen Lampen nicht zu erzielen war. Erst später gelang es zwei Amerikanern, Sawyer und Man, eine Glühlampe herzustellen, bei welcher ein

Kohlenfaden zum Glühen gebracht wurde. Ihrem Beispiele folgte Edison, der auch zuerst eine solche Glühlichtbeleuchtung im größeren Stile auf der Pariser Weltausstellung 1879 vorführte.

Der Kohlenfaden der Glühlampe, ursprünglich aus verkohltem Papier, verkohlter Bambusfaser und ähnlichem hergestellt, wird heute aus Zellulose oder Baumwolle gefertigt. Diese wird gelöst, aus eigenen Düsen in Fadenform herausgepreßt, getrocknet, verkohlt, mit Metallenden versehen und in eine Glasbirne eingesetzt. Um das Verbrennen des Fadens zu verhindern, ist natürlich die Anwesenheit von Sauerstoff ausgeschlossen. Aber auch indifferentes Gas darf die Birne nicht erfüllen, denn es würde durch die Anwesenheit desselben eine so starke Wärmeabgabe durch Leitung stattfinden, daß die Verluste sehr groß wären und die Lampe als allzu unökonomisch bezeichnet werden müsste. Aus diesem Grunde erwies es sich als notwendig, die Lampe zu evakuieren, und die Forderungen an das Vakuum sind für eine gute Glühlampe außerordentlich hohe.

Die Ökonomie einer Glühlampe wird eine bessere, je heißer und weißer der Faden glüht; eine Grenze hierin ist mit Rücksicht auf die Lebensdauer gegeben. Je heißer der Faden brennt, umso schneller geht er zugrunde, wie Ihnen gleich der folgende Versuch zeigen wird. Ich habe hier eine Lampe für 100 Volt, steigere aber die Spannung über 100 Volt mehr und mehr; der Faden wird heißer und weißer, das Licht der Lampe blendend hell, aber plötzlich sehen wir den Faden zer-

stäuben, die Glasbirne förmlich explodieren. Die Rücksicht auf die Lebensdauer der Glühlampe läßt eine solche Temperatur des leuchtenden Fadens als die richtige erscheinen, bei welcher er eben 3 Watt elektrischer Energie pro NK verbraucht.

Von den Verbesserungen auf dem Gebiete der Glühlampentechnik ist der geschichtlichen Reihenfolge entsprechend zunächst die Nernstlampe zu verzeichnen. Nernst in Göttingen verwendete zur Herstellung einer Glühlampe einen sogenannten Leiter zweiter Klasse, d. h. ein Material, welches in kaltem Zustande den elektrischen Strom nicht leitet, dagegen im heißen Zustande ein Leiter wird. Ein Stäbchen aus solchem Material einmal angeheizt, leitet den Strom und kann so die notwendige Energie, um sich selbst glühend zu erhalten, aus einem Stromkreise aufnehmen. Unangenehm ist nur, daß beim Einschalten einer solchen Lampe zunächst eine Stromaufnahme durch diesen Leuchtkörper nicht stattfindet. Er bedarf einer Vorwärmung. Diese wurde ursprünglich von Hand mittels Spirituslämpchen besorgt, und es mag einen ganz merkwürdigen Eindruck hervorgerufen haben, als bei den ersten Installationen mit solchen Lampen in Göttinger Kaffeehäusern der Kellner abends mit dem Spirituslämpchen das elektrische Licht entzündete.

Bei den heutigen Lampen dieser Art geschieht die Vorerwärmung elektrisch durch eine Art kleinen elektrischen Ofens, welcher aus einem feinen Platindraht gebildet ist. Dieser Ofen nimmt beim Einschalten der Lampe Strom auf und heizt so das eigentliche Leuchtstäbchen.

Hat dieses eine bestimmte Temperatur erreicht, so wird es selbst leitend, erhält dann Strom, kann sich selbst weiter heizen und leuchtet, während durch einen kleinen Magneten der elektrische Vorwärmer in diesem Augenblicke abgeschaltet wird (Taf. I, Fig. 2 und 3).

In einer bestimmten Type dieser Lampe, Expreßlampe, finden wir eine Nernstlampe vereinigt mit zwei kleinen Kohlenfadenglühlampen, welche beim Einschalten der Lampe als eine Art Notbeleuchtung dienen, aber abgeschaltet werden, sobald die Nernstlampe als Hauptlampe die Beleuchtung übernimmt.

Um die Ökonomie der Glühlampe zu verbessern, müßte versucht werden, die Temperatur des leuchtenden Fadens zu steigern. Da sich dies bei Kohlenfadenslampen nicht als erfolgreich erwiesen hat, so wurde von verschiedenen Seiten versucht, wieder Metallfäden in den Glühlampen zu verwenden. Bahnbrechend auf diesem Gebiete war Auer v. Welsbach mit seiner Osmiumlampe.

Osmium ist ein schwer schmelzbares Metall und es ist daher möglich, die Temperatur desselben bei Erzielung einer günstigen Lebensdauer höher heraufzutreiben als bei den Kohlenfadenglühlampen. Es zeigten sich dabei nur einige ungünstige Momente:

1. War es schwer, solche Lampen für eine höhere Spannung zu erzeugen, da Metalle ja zu gute Leiter sind.

2. Mußten die Fäden so dünn und so lang gemacht werden, daß sie eine ganz besondere Vorsicht in der Behandlung erfordern.

Heute sind die Osmiumlampen längst in die Praxis übergegangen und Sie sehen solche vor sich. Hier sind solche Osmiumlampen mit doppeltem Bügel, jede für 40 Kerzen und 55 Volt. In einem Stromkreise von 110 Volt, wie ich ihn hier zur Verfügung habe, müssen also zwei solche Lampen in Serie geschaltet werden; dadurch sind sie in gegenseitige Abhängigkeit gebracht. Im Wechselstromkreise kann durch eine Art von Transformator, den sogenannten Spannungsteiler (Divisor) allerdings auch die Unabhängigkeit der Lampen voneinander erzielt werden (Taf. II, Fig. 4).

Von anderen Versuchen, Metallfäden zu verwenden, ist in allerjüngster Zeit eine Lampe marktfähig geworden: die Tantallampe der Firma Siemens & Halske.¹⁾ In derselben wird ein anderes seltenes Metall „Tantal“ verwendet. Auch hier gilt es, einen außerordentlich dünnen Faden von ziemlich beträchtlicher Länge in der evakuierten Birne unterzubringen. Der Faden einer Lampe für 110 Volt, 25 NK besitzt eine Länge von $\frac{2}{3}$ m. Auch hier finden wir wiederum außerordentliche Gebrechlichkeit und die Notwendigkeit einer vorsichtigen Behandlung der Lampe. Die Unterbringung der großen Fadenslänge ist durch eine ganz neue Form desselben erzielt worden. Der Faden ist über zwei Sterne mit vielen Armen zickzackförmig gewickelt, sodaß eine beträchtliche Reihe von Stützpunkten für denselben gewonnen wurden

¹⁾ Zur Zeit des Vortrages war die Tantallampe noch nicht in die Öffentlichkeit gebracht, dennoch mag sie hier besprochen werden.

(Taf. II, Fig. 5). Wie klein der Materialverbrauch für eine solche Lampe ist — eine Frage, die ja bei Verwendung seltener Metalle sofort aufstößt — läßt sich daraus erkennen, daß aus einem Kilo Tantal 45.000 solcher Lampenfäden hergestellt werden können.

Der spezifische Verbrauch der Tantallampe sowie der Osmiumlampe wird mit 1·5 Watt pro NK angegeben, also doppelt so gering als der der normalen Kohlenfadenglühlampe. Es geht natürlich nicht an, einen solchen Wattverbrauch für sich, ohne Rücksicht auf die Angabe einer Lebensdauer ins Auge zu fassen, aber es liegt keine Veranlassung vor, den angegebenen Zahlen, welche sich auf eine Lebensdauer von 600 und mehr Stunden beziehen, zu mißtrauen.

In all den betrachteten Lampen wird Licht unter Verwertung des elektrischen Stromes nach dem Gesetze der Temperaturstrahlung gewonnen, d. h. wir gewinnen Licht, indem wir einen Körper erhitzen. Diese Art von Lichtgewinnung ist eigentlich eine außerordentlich verschwenderische. Schon oberflächliche Messungen zeigen, daß von der gesamten ausgestrahlten Energie eines glühenden Körpers nur ein geringer Bruchteil Strahlen aussendet, die physiologisch als Licht wirksam sind, während der größte Teil der Energie bis 10⁰/₁₀ und mehr auf Strahlenerzeugung unsichtbarer Art verwendet wird. (Wärmestrahlen.) Daß diese Art der Lichtgewinnung aber nicht die einzige ist, dafür liefert uns die Natur selbst Beispiele. Der Leuchtkäfer sendet Licht aus, welches nicht auf Temperaturstrahlung beruht. Bei ihm

ist das Zahlenverhältnis umgekehrt; die Energie seiner leuchtenden Strahlen beträgt 90 ⁰/₀ der gesamten ausgestrahlten Energie.

Auch dem Physiker ist es schon gelungen, solches von wenig Wärme begleitetes, „kaltes“ Licht zu erzeugen, also eigentlich wirtschaftliches Licht. Der Weg zu dieser Lichtgewinnung ist jedoch noch ein so verlustreicher, daß diese Lichtquellen praktische Bedeutung noch nicht zu gewinnen vermochten. Wollen wir hoffen, daß dem Fortschritte der Wissenschaft auch auf diesem Gebiete Erfolge blühen.

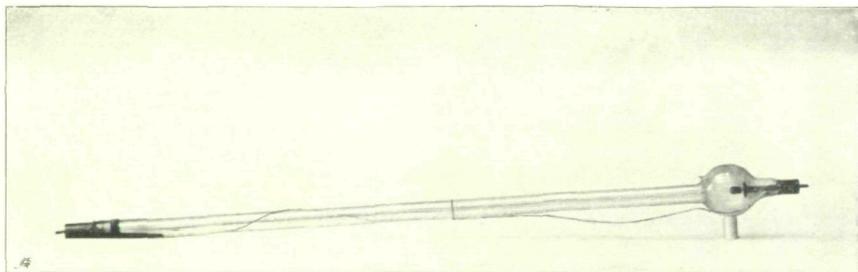


Fig. 1 ($\frac{1}{10}$).

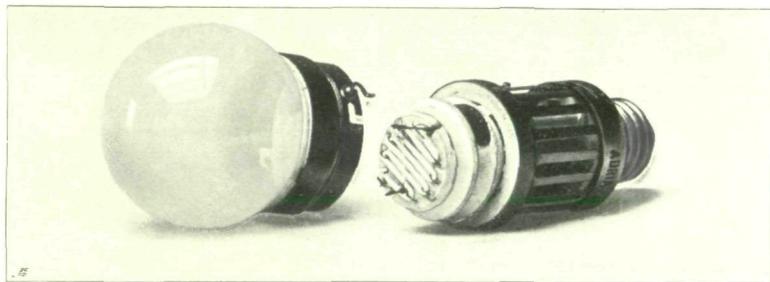


Fig. 2 (ca. $\frac{1}{2}$).

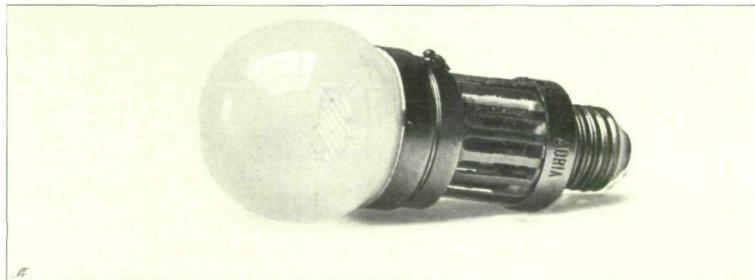


Fig. 3 (ca. $\frac{1}{2}$).

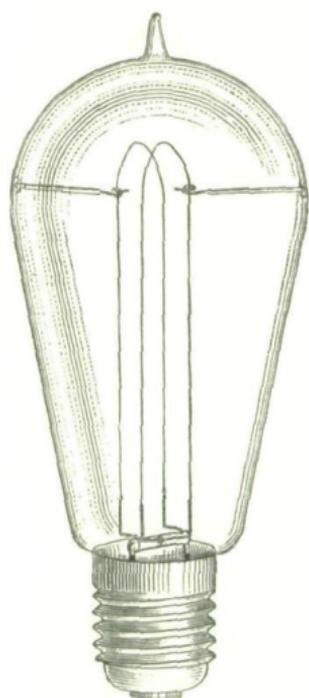


Fig. 4 ($\frac{1}{2}$).

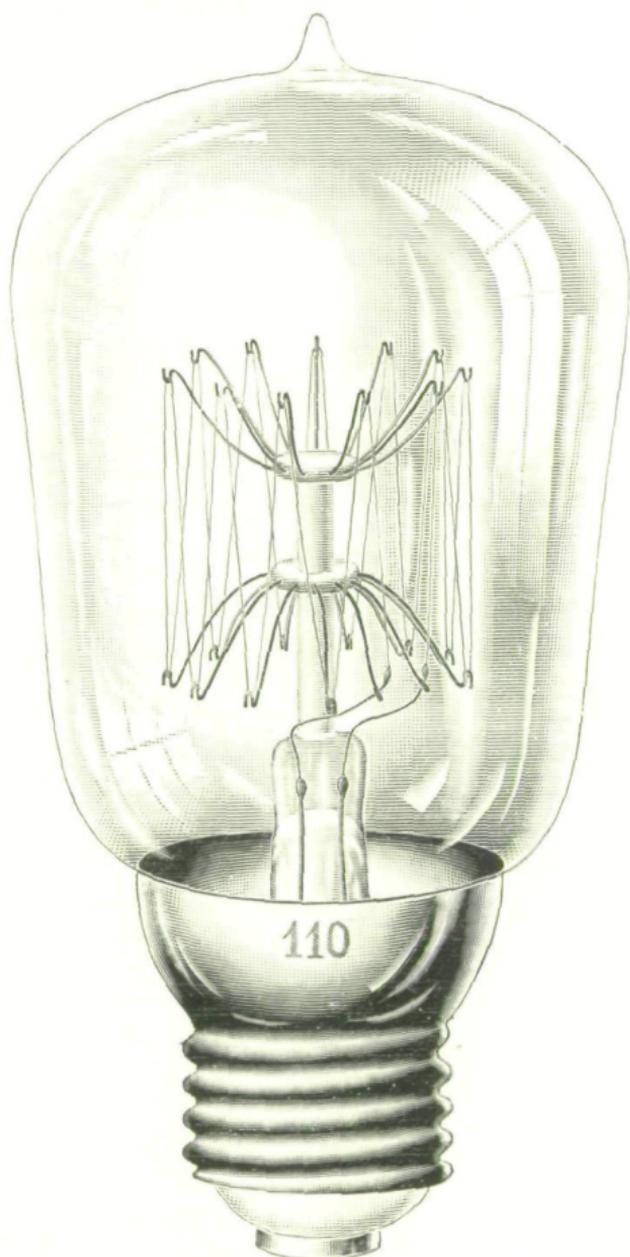


Fig. 5 ($\frac{1}{1}$).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Reithoffer Max

Artikel/Article: [Elektrisches Licht. \(2 Tafeln\). 391-410](#)