



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Tesla-Licht, Moore'sche Beleuchtung

Leipzig, [ca. 1910]

Mooresche Beleuchtung.

urn:nbn:de:hbz:466:1-43433

Teslaströme nur eine räumlich sehr beschränkte Fernwirkung entfalten, d. h. mit anderen Worten, daß die einzelnen Lampen den sekundären Polen ziemlich nahe stehen müssen. Aber man kann hoffen, daß die Entfernungen, auf welche die Teslaströme ihre Wirkungen entfalten, allmählich immer mehr vergrößert werden. Freilich sind noch andere Nachteile vorhanden, so die nicht kontrollierbare unberechtigte Benutzung der Teslaströme zur Beleuchtung seitens dritter Personen, aber das alles kann nicht hindern, daß man mit der Möglichkeit rechnen muß, daß das Teslalicht einen beachtenswerten Platz in der Beleuchtungstechnik der Zukunft einnehmen wird.

Moore'sche Beleuchtung.

Die gewöhnliche elektrische Glühlichtbeleuchtung hat mancherlei Übelstände, vor allem den, daß nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der verbrauchten elektrischen Energie in Licht umgewandelt wird, während der weitaus größte Teil in Form von nutzloser, ja schädlicher Wärme verloren geht. In den Heften 178 und 431 haben wir als Verbesse-

rungen in dieser Hinsicht die Kernst-Metallfaden- und Quecksilberdampflampe beschrieben; aber auch bei diesen Beleuchtungsarten ist der erwähnte Fehler zwar vermindert aber keineswegs ganz beseitigt.

Als Ideal einer künstlichen Beleuchtung muß man demnach ein System betrachten, bei dem die aufgewendete Kraft vollständig und ohne alle Nebenumsetzungen in Lichtstrahlen übergeführt wird. Die Natur ist auch hier unsere große Lehrmeisterin und zeigt uns dieses von den Menschen bisher nicht erreichte Ideal schon vollständig durchgeführt in — dem Licht des Glühwürmchens und der vielen leuchtenden Meeresstiere; sorgfältige Messungen haben ergeben, daß irgendeine Temperaturerhöhung mit der Leuchtthätigkeit des Glühwürmchens nicht verbunden ist.

Wir kennen nun allerdings auch künstliche Lichtquellen, die im Prinzip zur „fühlen“ Beleuchtung gehören, d. h. die keine Wärme entwickeln, aber bisher sind alle diese Beleuchtungssysteme nicht für die Praxis nutzbar gemacht worden, sondern nur als wissenschaftliche Kuriosen interessant geblieben. Die neue Mooresche Beleuchtung scheint zum

erstemal hierin Wandel schaffen zu wollen.

Um das Verständniß des Moore'schen Systems zu erleichtern, wollen wir zuerst einiges über Geißler'sche Röhren sagen.

Als „Geißler'sche Röhren“ bezeichnet man Glasröhren von recht verschiedener Gestalt; Figur 2 gibt davon 3 Beispiele.

Die verschiedenen Windungen sind dabei nur zur Verzierung vorhanden; nötig sind sie nicht, wenn nur das ganze Gefäß ein zusammenhängender und allseits geschlossener Raum ist. An jedem Ende ist in die

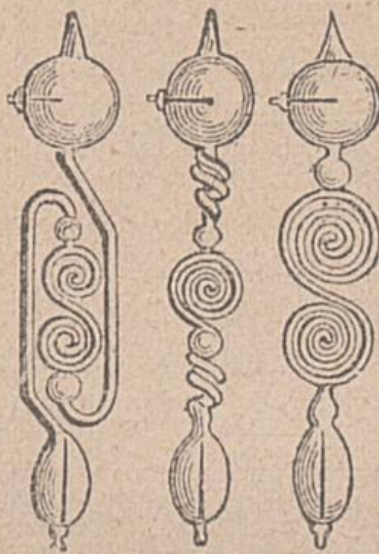


Fig. 2.

Geißler'sche Röhre ein Drahtstück (Elektrode), gewöhnlich aus Aluminium, eingeschmolzen. Diese Röhren sind mit sehr verdünnten Gasen gefüllt; das kann am einfachsten so geschehen, daß man die Luft in den Röhren vor dem Zuschmelzen durch Auspumpen stark verdünnt. In andern Fällen kommen Wasserstoff, Stickstoff

oder andere Gase — immer aber in sehr verdünntem Zustande — als Röhrenfüllung zur Benutzung.

Werden die Elektroden einer Geißlerschen Röhre mit den sekundären Polen eines kräftig wirkenden Induktionsapparates (Funkeninduktors) verbunden, so sieht man die Röhre in eigentümlich schönem und mildem Glanze erstrahlen. Während nämlich zwischen den beiden sekundären Polen eines Induktors unter gewöhnlichen Umständen (in der freien Luft) Funken überspringen, wenn die Pole einander nahe gebracht werden, verläuft der Entladungsvorgang in verdünnten Gasen ganz anders. Der Funke ist hier unsichtbar, aber er ist doch vorhanden und bringt beim Durchschlagen das Gas in der Geißlerschen Röhre zum Glühen. Das glühende Gas strahlt — ohne anscheinend Wärmewirkungen zu entfalten — ein farbiges Licht aus, das die ganze Röhre gleich einem leuchtenden Nebel erfüllt. Dabei verhält sich das Licht in der Röhre an den beiden Elektroden verschieden: Am negativen Pol erzeugt der Induktionsstrom einen zarten blauen Lichtschein, während sich am positiven Pol ein schöner tiefroter Lichtstreifen weit in die Röhre hineinzieht.

Anderzfarbig erscheint das Leuchten, wenn in der Röhre nicht verdünnte Luft sondern andere Gase enthalten sind. Häufig besteht auch ein Teil des Glases der Geißlerschen Röhren aus einer eigenartigen Glasmasse, dem Uranglas, das unter dem Einfluß des hochgespannten Stromes grün-gelb leuchtet.

Die Geißlerschen Röhren erfordern, um zu vollem Leuchten zu kommen, selbst wenn sie sehr groß sind, doch nur geringe elektrische Kraft, aber die angewandten Ströme müssen außerordentlich hoch gespannt sein. Doch selbst ein noch so hoch gespannter Gleichstrom würde eine Geißlersche Röhre nie zum Leuchten bringen. Die Lichterscheinungen treten vielmehr nur bei Anwendung von Wechselströmen, oder mit andern Worten, im Augenblick der Schließung des Stromes auf. Wechselstrommaschinen liefern im allgemeinen nicht hoch genug gespannte Ströme; man bedient sich deshalb zum Betriebe der Geißlerschen Röhren fast ausschließlich der Induktionsapparate.

Das Licht der Geißlerschen Röhren bleibt immer nur schwach, so daß es keinesfalls zu Beleuchtungszwecken irgendwie Anwendung finden könnte. Aber die

auf der andern Seite mit der Lichtentwicklung in diesen Röhren verbundenen Vorteile, so der geringe Stromverbrauch und die Ausnutzung der ganzen Energie zur Entwicklung von Licht (unter Ausschluß von Wärmestrahlen), waren so bestechend, daß man seit langer Zeit schon nach Maßnahmen gesucht hat, um die Lichtentwicklung in den Geißlerschen Röhren so zu verstärken, daß sich darauf ein brauchbares Beleuchtungssystem gründen ließe. Aus derartigen Erwägungen heraus sind wohl auch die Teslaschen Versuche zustande gekommen, die zur Erfindung des Teslalichts geführt haben. Aber während bei Tesla doch noch andere Prinzipien zur Benutzung gelangen, muß man die Mooresche Beleuchtung rein als Bervollkommnung des Prinzips der Geißlerschen Röhren auffassen.

Moore ist ein amerikanischer Forscher, ebenso wie Tesla. Er ging von der bekannten Tatsache aus, daß die Lichterscheinung in den Geißlerschen Röhren um so glänzender wird, je plötzlicher die einzelnen Stromstöße erfolgen. Dementsprechend sann Moore auf Mittel, um die Stromschlüsse recht plötzlich vor sich gehen zu lassen. Bei den gewöhn-

lichen Selbstunterbrechern erfolgt der Stromschluß allmählich; der Strom steigt bis zu seiner vollen Wirkung an, um dann wieder allmählich abzunehmen. Es liegt dies hauptsächlich daran, daß zwischen den Kontaktstellen des Selbstunterbrechers Funken überspringen, und daß sich im übrigen beide Stellen während der Zeit der Stromöffnung mit Elektrizität laden. Es finden zwischen den Kontaktstellen des Selbstunterbrechers jedesmal schon vor der Berührung Entladungen durch die Luft statt.

Weiter erachtete es Moore aber auch als seine Aufgabe, die Frequenz des Stromes zu erhöhen, d. h. die Zahl der Stromstöße erheblich zu vermehren. Man ist nämlich hierzu, wenn man eine praktisch brauchbare Beleuchtung auf diesem Wege konstruieren will, unbedingt gezwungen; denn bei den bisherigen Einrichtungen zeigt das Licht der Geißler'schen Röhren immer noch ein leichtes, aber doch auf die Dauer sehr störendes Zittern und Zucken, daß den einzelnen Stromstößen entspricht. Hieraus ergibt sich, daß man die Stromunterbrechungen so vermehren muß, bis das Auge ihnen nicht mehr zu folgen vermag.

Um diesen feinen Zweck, d. h. Plötzlichkeit und Vermehrung der Stromstöße, zu erreichen, setzte Moore bei dem Selbstunterbrecher der Induktionsapparate ein, und zwar verbesserte er diesen auf folgende verblüffend einfache und gerade durch diese Einfachheit geniale Weise:

Er schloß den Selbstunterbrecher in einen luftleeren Raum ein. Es ist bekannt, daß Luft zwar für niedrig gespannte Elektrizität fast als ein Isolator (Nichtleiter) angesehen werden kann, daß die Luft dagegen hochgespannte Elektrizität verhältnismäßig gut leitet. Deswegen eben wirkt der gewöhnliche Selbstunterbrecher (Neef'scher Hammer) der Induktionsapparate nicht plötzlich, sondern es erfolgen, wie schon erwähnt wurde, noch vor der Berührung der Kontaktstellen mehrere Entladungen durch die Luft.

Der luftleere Raum (Vakuum) ist dagegen für den elektrischen Funken ein ausgezeichnete Isolator.¹⁾ Ein Moore-

¹⁾ In den Geißler'schen Röhren ist die Luft zwar sehr verdünnt, doch darf dies keinesfalls zu weit getrieben werden. Pumpt man eine gut wirkende Geißler'sche Röhre weiter aus, so erhält man eine sogenannte Crookes'sche bzw. eine Hittorff'sche Röhre, wie sie ähnlich zur Entwicklung von Kathodenstrahlen und Röntgen-

scher Stromunterbrecher, der im luftleeren Raum arbeitet, wird also sehr plötzliche Stromstöße verbürgen; er wird außerdem schneller arbeiten als ein solcher in freier Luft, weil seine Bewegung nicht mit dem Luftwiderstand zu kämpfen hat.

Die einfachste Art der Mooreschen Stromunterbrecher zeigt Figur 3:

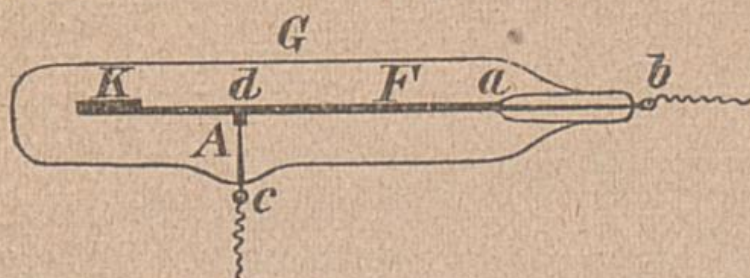


Fig. 3.

In eine allseits geschlossene Glasröhre G ist an dem einen Ende bei a eine federnde Zunge F' luftdicht eingeschmolzen; außerhalb der Röhre endet diese Feder in der Düse b. In der Mitte ist, senkrecht zur Feder F', ein Metallstift A luftdicht eingeschmolzen, der außerhalb der Röhre in der Düse c endet. Die Düsen b und c haben die Verbindung mit

strahlen (hiervon handelt Heft Nr. 969) dient. Setzt man das Auspumpen der Luft bei einer Röntgenröhre noch weiter fort, so hört schließlich der Stromdurchgang ganz auf, da der luftleere (und fast luftleere) Raum ein Nichtleiter der Elektrizität ist.

den sekundären Polen einer stark wirkenden Induktionsrolle zu vermitteln. Im Zustand der Ruhe hat die federnde Zunge F mit A leitende Berührung. Das freie Ende von F trägt, auf der von A abgewendeten Seite, den eisernen Anker K.

Die Art, wie ein derartiger Unterbrecher verwendet und nach Moore zur Beleuchtung nutzbar gemacht wird, zeigt

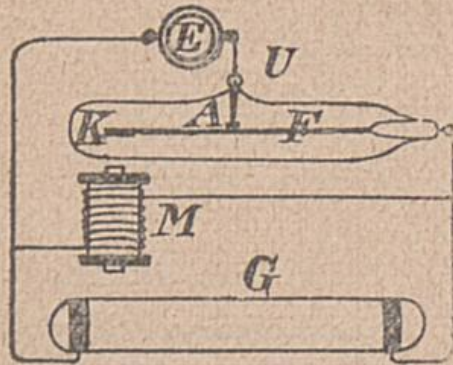


Fig. 4

Figur 4. Darin bedeutet E die Elektrizitätsquelle, U den Mooreschen Unterbrecher, M einen Elektromagnet, d. h. eine vom Strom durchflossene

Drahtspule mit Eisenern und schließ-

lich G die nach Moore umgemodelte Geißlersche Röhre.

Der Elektromagnet M zieht das eiserne Kontaktstück K durch die Glaswand hindurch an; hierbei entfernt sich die federnde Zunge F von dem Stift A — der Strom ist unterbrochen, der Elektromagnet M wirkt nicht mehr, und F legt sich wieder an A an. Dann ist aber auch der Strom wieder geschlossen, der Elektromagnet kommt wieder in Tätig-

feit, und das Spiel wiederholt sich in stetem Wechsel, solange die Elektrizitätsquelle E in Tätigkeit bleibt. Es ist also im Prinzip an dem gewöhnlichen Selbstunterbrecher, dem Reeffschen Hammer nichts geändert; nur die Bewegung der Kontaktfeder des Unterbrechers geht hier im luftleeren Raume vor sich, wodurch die Zahl und die Plötzlichkeit der Stromstöße äußerst günstig beeinflusst wird.

Interessant ist die Form, die Moore der Geißlerschen Röhre gegeben hat (G in Figur 4): Diese Röhren sind außerordentlich einfach gebaut; sie tragen nicht die mindesten Verzierungen, sondern sind einfach sehr große Glasröhren, die mit stark verdünnten Gasen gefüllt sind. Die gewöhnlich von Moore zur Beleuchtung verwendeten Röhren sind 2,3 m (!) lang, bei einem Durchmesser von 44 mm. Eine weitere Vereinfachung und Verbilligung besteht darin, daß Moore keine Metallkontakte in seine Röhren einschmilzt; statt dessen bringt er die Elektroden außen in Form von Metallringen an, die mittels eines metallischen Kittes auf die Röhren aufgefittet werden. Die Elektroden wirken nach innen und erzeugen ein ganz ruhiges, gleichmäßiges, milchweißes Licht.

Dabei soll eine Röhre von der oben erwähnten großen Dimension nicht mehr elektrische Energie verbrauchen als eine gewöhnliche Glühlampe von 16 Kerzen.

Inzwischen ist das Moorelicht weiter sehr erheblich verbessert worden. Man hat vor allem erkannt, daß der wichtigste Punkt der Druck ist, unter dem das Gas in den Leuchtröhren steht, und daß dieser Druck andauernd konstant erhalten werden muß. Je nach der Natur des in den Röhren eingeschlossenen Gases ist die Farbe des Lichtes verschieden. Wie gesagt ist der Druck, unter dem das Gas in den langen Leuchtröhren steht, sehr gering, und zwar beträgt er nur 0,1 mm Quecksilber, d. h. der Druck entspricht dem, den eine Quecksilbersäule von nur $\frac{1}{10}$ mm Höhe ausübt.

Der wesentlichste Teil der ganzen Anlage ist in der neuen Ausführung das Regulierventil, das die Spannung der Gase in den Leuchtröhren regelt. Dem Regulierventil, das in Fig. 5 abgebildet ist (schematisch), wird der Betriebsstrom, also Wechselstrom von 110 Volt Spannung, durch die Klemmen 1 und 2 zugeführt; übrigens ist auch Wechselstrom von 220 Volt Spannung verwendbar. Im Reduzier-

ventil gelangt der Strom zum Transformator 3 mit vorgeschalteter Regler-
spule 4, um auf die zum Betriebe der
Leuchtröhren nötige Spannung von

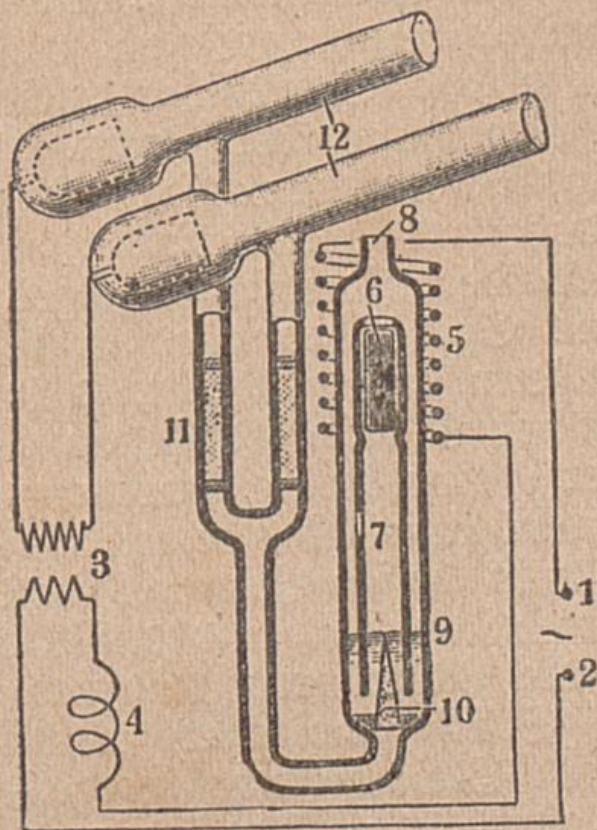


Fig. 5.

5000 bis 10000 Volt umgeformt zu
werden. Der Niederspannungsstrom
durchfließt weiter eine Drahtspule 5,
die das Rohr 8 umgibt; sie wirkt an-
ziehend auf den Eisenkern 6, der mit
dem beweglichen Rohr 7 verbunden

ist. Die Stärke dieser Anziehungskraft ist von der Stromstärke abhängig, und diese wieder steht im Verhältnis zu dem Widerstande, den die Gase, nach dem Grade ihrer Verdünnung, dem Stromdurchgange entgegensetzen. Rohr 8 enthält etwas Quecksilber. Wenn sich durch Anziehung der stromdurchflossenen Spule 5 das bewegliche Röhrchen 7 hebt, das in das Quecksilber eintaucht, so sinkt der Quecksilberspiegel 9 und gibt die Spitze der porösen Kohle 10 frei. Wenn dies geschieht, so kann aus einem bei 8 angeschlossenen Vorratsbehälter¹⁾ eine kleine Gasmenge durch die Seitenöffnung des beweglichen Röhrchens 7 in dessen Inneres und durch die poröse Kohle 10 und das Gabelrohr 11 in die Lichtröhren 12 (hier nur zu einem Stück gezeichnet) nachströmen, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Der Rohrteil 11 ist mit Sand gefüllt, um Kurzschluß zwischen den Lichtröhren 12 zu verhindern.

Nur durch eine derartige Spannungsregelung wird ein Dauerbetrieb möglich und durchführbar. Denn ohne die Möglichkeit einer Zufuhr von nach Be-

¹⁾ In der Figur nicht mit abgebildet.

darf zur Verfügung stehenden Gasmen-
gen erleidet das Gas in den Leucht-
röhren unter der Einwirkung des Stro-
mes eine schnelle Abnahme der Span-
nung, und damit einhergehend würde
auch das Leuchten immer schwächer
werden.

Man führt die Leuchtröhren, die bis
zu 10, 20, 50 m Länge und darüber er-
halten, an den Decken oder an Gesim-
sen entlang; die Röhren bilden dabei
lange Schleifen, die sich zwanglos allen
Raumverhältnissen anpassen.

Die Beleuchtung ist, weil sich das
Licht auf eine sehr bedeutende Röhren-
länge verteilt, sehr gleichmäßig. Der
Stromverbrauch beläuft sich bei den
neuesten Anlagen auf etwa 1,4 Watt
für eine Normalkerze (Hefnerkerze).

Wie schon erwähnt, richtet sich die
Farbe des Lichtes nach der Art des in
den Röhren eingeschlossenen Gases, und
zwar kann man dadurch die Lichtfarbe
in sehr weiten Grenzen ändern. Bei-
spielsweise benutzt man in Färbereien,
Verkaufsräumen für Gewebe, Arbeits-
räumen für Photographie usw. eine
dem Sonnenlicht aufs täuschendste
gleichende Lichttönung.

Ein Übelstand bestand bis vor kurz-

zem darin, daß die ganze Anlage eines Raumes unteilbar war; man war daher gezwungen, immer das Höchstmaß von Helligkeit einzuschalten oder aber den Raum völlig zu verdunkeln. Auch dieser Nachteil ist jetzt beseitigt, und zwar durch ein besonderes System, das die Bezeichnung Dreiphasen Moore-Licht führt. Bei diesem System, das allerdings nur dort verwendet werden kann, wo die Stromversorgung durch sogenannten Drehstrom (vergleiche Heft Nr. 292/295 „Elektrotechnik“) erfolgt, ist die Anlage dreiteilig, und jede der drei Phasen kann für sich ausgeschaltet werden, so daß drei verschiedene Helligkeitsstufen möglich sind.

Die nächste Zeit wird erweisen, ob sich die Mooresche Beleuchtung in der Praxis bewähren und weiter in diese einführen wird, wie es in neuester Zeit der Fall zu werden scheint.
