



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Tesla-Licht, Moore'sche Beleuchtung**

**Leipzig, [ca. 1910]**

Tesla-Licht.

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

## Tesla-Licht.

Im Jahre 1893 hörte man zuerst von einer neuen elektrischen Beleuchtungsart, auf die man die kühnsten Hoffnungen baute; man nannte diese Beleuchtungsart „Teslas Licht der Zukunft“.

Tesla, ein in Amerika lebender ungarischer Forscher, benutzte bei seinen Versuchen Wechselströme von außerordentlich hoher Frequenz und ebenso ungewöhnlich hoher Spannung. Hat das Tesla-Licht auch bisher nicht den darauf gesetzten Erwartungen entsprochen, so kann doch die Möglichkeit, daß es einmal eine bedeutende Rolle in der Beleuchtungstechnik zu spielen berufen sein wird, keineswegs bestritten werden.

Zum Verständnis der Teslaschen Versuche gehört die Kenntnis der Erscheinungen, die man als elektrische Induktion bezeichnet; wir verweisen in dieser Hinsicht auf Nr. 106/107 der Miniaturbibliothek „Elektrizität“ und führen hier nur folgendes an, das wir schon in Heft Nr. 205 „Telegraphie ohne Draht“ zur Erläuterung benutzt haben:

Man denke sich zwei benachbarte Drahtleitungen, die sich gegenseitig nicht berühren. Der erste Draht sei mit den Polen einer Elektrizitätsquelle (Element, Dynamomaschine usw.) verbunden; der zweite Draht sei ohne Elektrizitätsquelle in sich geschlossen, bilde also einen Drahtkreis. Wird nun in dem ersten Draht ein kurzer Elektrizitätsstoß hervorgebracht, werden also beide Enden dieses Drahtes mit der Elektrizitätsquelle verbunden, so erregt dieser Strom im Augenblick seiner Entstehung seinerseits Elektrizität in dem zweiten, in sich geschlossenen Drahtkreise, obgleich dieser den Strom erzeugenden ersten Draht nicht berührt. Man sagt: Entstehende (und verschwindende) Elektrizität induziert in einem benachbarten Leiter ihrerseits Elektrizität. Es ist zu merken, daß der Induktionsstrom in dem geschlossenen Drahtkreise immer nur ganz kurze Zeit dauert und nur entsteht, wenn die Elektrizität im ersten Draht erzeugt wird oder wenn sie verschwindet, also wenn sie stärker oder schwächer wird, nicht jedoch, wenn sie in gleichbleibender Stärke durch den ersten Draht (primären Stromkreis) „fließt“. Apparate, die dazu dienen,

solche Induktionsströme zu erzeugen, nennt man Induktionsapparate; bei solchen sind die beiden erwähnten Leitungsdrähte in Form von Spulen aufgewickelt und die Spulen übereinander geschoben. Die Drähte müssen dabei durch eine isolierende Umspinnung vor Stromverlusten bei der Berührung geschützt sein; ein sogenannter Selbstunterbrecher bewirkt die abwechselnde Stärkung und Schwächung des primären Stromes, ohne die Induktionsströme nicht entstehen können. Wichtig ist, daß die Spannung des Induktionsstromes (Sekundärstromes) zu der Spannung des Primärstromes in dem gleichen Verhältnis steht, wie die Zahlen der Drahtwindungen in den zugehörigen Spulen zueinander. Man hat es demnach in der Hand, durch den Induktionsapparat sehr hochgespannte Ströme zu erzeugen, d. h. solche, die einen gewissen Zwischenraum zwischen zwei Leitern — also eine Luftstrecke — in Form von Funken überspringen.

Ferner ist zum Verständnis des Tesla-Lichts folgende kurze Erörterung nötig, die sich auf die Entladung von Leidener Flaschen bezieht. Über die Leidener Flasche, d. h. eine besondere

Form des elektrischen Kondensators, wolle man Heft 106/107 nachlesen. Wird eine Leidener Flasche entladen, so vereinigen sich nicht in einem Augenblicke die ganzen positiven und negativen Elektrizitätsmengen miteinander, sondern es erfolgen in sehr kleinen zeitlichen Zwischenräumen viele Entladungen, die immer schwächer werden. Diese Entladungen gehen abwechselnd von der positiven Belegung zur negativen und umgekehrt. Es entstehen also elektrische Schwingungen oder Oszillationen, d. h. ein Hin- und Herwogen der Elektrizität. Verursacht wird diese Erscheinung durch die Entstehung von Extraströmen, die sich ihrerseits durch Selbstinduktion<sup>1)</sup> erklärt. Die Zeit, die zwischen einer Umkehrung des Stromes und der folgenden liegt, wird die Periode der elektrischen Oszillation genannt. Die Periode ist

<sup>1)</sup> Die Elektrizität erzeugt nicht nur in einem benachbarten Drahtkreise Induktionsströme sondern auch in der Leitung des Stromes selbst, und zwar entstehen sie darin bei jeder Änderung der Stromstärke, besonders aber beim Öffnen und Schließen des Stromes. Die so durch Selbstinduktion in dem Stromkreise neben dem Hauptstrom entstehende Elektrizität bezeichnet man als Extraströme.

sehr klein: bei der oszillierenden Entladung einer Leidener Flasche etwa eine millionstel Sekunde.

Bei den meisten neueren Wechselstrommaschinen (vgl. Nr. 292/295 „Elektrotechnik“) beträgt die Periode  $\frac{1}{50}$  Sekunde, d. h. in jeder Sekunde erfolgen 100 Umkehrungen der Stromrichtung. Leitet man derartige Wechselströme durch die innere Wicklung einer Induktionsspule,<sup>1)</sup> so muß diese eine sehr starke Induktionswirkung ausüben, d. h. in der äußeren Spule werden starke elektrische Wechselströme zur Entstehung gelangen. Die Induktionswirkung der Spule wird um so größer sein, je mehr die Anzahl der Stromwechsel wächst, also je mehr die Frequenz des primären Stromes zunimmt.

Verdoppelt man beispielsweise die Frequenz, so erhält man in der sekundären Spule doppelt so viel Stromstöße

---

<sup>1)</sup> Als Induktionsspule bezeichnet man zwei übereinander geschobene, jedoch nicht miteinander verbundene Spulen, von denen die innere (primäre) Spule aus verhältnismäßig wenigen Windungen dicken Drahtes gebildet ist, während die äußere (sekundäre) Spule aus vielen Windungen sehr dünnen Drahtes besteht. Eine solche Induktionsspule bildet den Hauptbestandteil eines Induktionsapparates.

wie vorher; außerdem ist aber jeder einzelne Stromstoß jetzt stärker, da ja die Änderungen der Stromstärke des primären Stromes schneller erfolgen, und da die Induktionswirkung von der Geschwindigkeit abhängt, womit die Stromänderungen vor sich gehen.

Ferner kann die Frequenz der Ströme dadurch gesteigert werden, daß man eine Leidener Flasche abwechselnd durch Wechselströme ladet und wieder entladet. Man erhält dann bei jeder Entladung eine ganze Reihe von Stromstößen. Ladet man also die Leidener Flasche durch die sehr schnell aufeinanderfolgenden Stromstöße eines Induktionsapparates und entladet, abwechselnd damit, die Leidener Flasche wieder, so steigert man die Anzahl der Stromumkehrungen, d. h. die Frequenz des Stromes, außerordentlich.

Tesla erhielt, indem er die vorstehenden Erwägungen in die Praxis umsetzte, Elektrizität von hoher Frequenz: diese nun verwandelte er in Ströme von außerordentlich hoher Spannung. Er bediente sich zu dieser Umwandlung einer Vorrichtung, die man in der modernen Elektrotechnik sehr viel benutzt, nämlich eines Trans-

formators<sup>1)</sup> d. h. eines Apparates, dessen Name verdeutscht nichts anderes als „Umwandler“ bedeutet.

Der Transformator ist im Grunde nur eine Induktionsrolle, d. h. zwei übereinander geschobene sowohl voneinander als in ihren einzelnen Windungen isolierte Drahtspulen, von denen die eine wenige Windungen dicken, die andere dagegen zahlreiche Windungen dünnen Drahtes aufweist. Die Anordnung der Spulen weicht in der Praxis häufig erheblich von dem erklärten Schema ab, ohne daß jedoch das Prinzip eine Änderung erführe. Schickt man Stromstöße (Wechselströme) durch die Spule dicken Drahtes, so entstehen in der sekundären Spule ebenso viel Stromstöße; aber die Elektrizität hat hier um so stärkere Spannung, je größer das Verhältnis in der Zahl der Windungen zwischen beiden Spulen ist. Man hat es also durch die Wicklung der Spulen im Transformator (Induktionsrolle) in der Hand, die Spannung des Primärstromes so hoch zu steigern, wie es gewünscht wird. Umgekehrt kann man

---

<sup>1)</sup> Genaueres über den Transformator enthält Nr. 292/295 „Elektrotechnik“.



natürlich einen solchen Transformator auch dazu benutzen, hoch gespannten Strom in solchen von niedriger Spannung aber größerer Stromstärke umzuwandeln; in diesem Fall schiebt man den Primärstrom durch die Sekundärspule (mit zahlreichen Windungen dünnen Drahts) und entnimmt die transformierte Elektrizität aus der primären Spule (mit wenigen Windungen dicken Drahts). Für die Teslaschen Versuche kommt jedoch nur die erste Art der Transformation, d. h. die Erhöhung der Spannung in Betracht.

Nach allen diesen Erörterungen sind wir endlich so weit, um zu der Teslaschen Versuchsanordnung selbst überzugehen. Um eine schnelle Übersicht zu ermöglichen, ist diese Versuchsanordnung in Figur 1 rein schematisch dargestellt:

J ist die sekundäre Spule eines großen Induktionsapparates, dessen übrigen Teile, wie primäre Spule, Selbstunterbrecher und Stromquelle, nicht mit dargestellt sind. Die hoch gespannte Elektrizität des Induktionsapparates geht von den Polen  $P_1$  und  $P_2$  der sekundären Spule aus. Diese Pole sind durch Drähte mit zwei Leidener Flaschen  $F_1$  und  $F_2$  verbunden, und

zwar führen sie beide zu den innern Belegungen dieser Flaschen. Es ist demnach klar, daß die äußern Belegungen

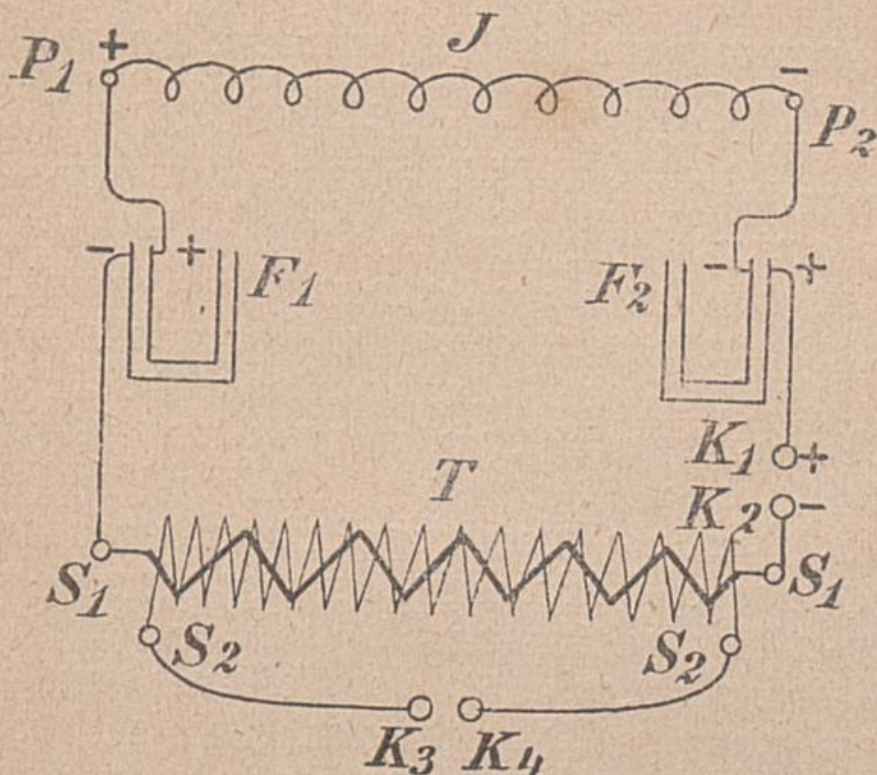


Fig. 1.

entgegengesetzt geladen werden. Diese äußern Belegungen sind mit der Primärspule einer großen Induktionsrolle (Transformators) T verbunden, doch so, daß an einer Stelle die Verbindung unterbrochen und dafür — in der Figur zwischen den kleinen Kugeln  $K_1$  und  $K_2$  — eine kleine Luftstrecke eingeschaltet

ist, zwischen der Funken überspringen können. Da die sekundäre Spule des Transformators T außerordentlich zahlreiche Windungen sehr dünnen Drahtes trägt, da also ganz enorme Spannungen erzielt werden, so muß der ganze Transformator T in Öl eingesenkt werden (Öltransformator), weil nur dieses Material genügend isoliert, während sonst Funken zwischen den einzelnen Drahtwindungen überspringen und den Apparat schnell zerstören würden.

Wird der Induktionsapparat J in Tätigkeit gesetzt, so werden die innern Belegungen der beiden Leidener Flaschen in schnellem Wechsel positiv und negativ geladen. Gleichzeitig springen zwischen den kleinen Kugeln  $K_1$  und  $K_2$  Funken über, jedoch erfolgen hier die Entladungen in noch viel schnellerem Wechsel, weil eben, wie erörtert, jede Entladung einer Leidener Flasche durch eine große Zahl einzelner Schwingungen vor sich geht.

So entstehen also in der primären Spule  $S_1$  des Transformators T sehr schnelle Schwingungen, oder mit andern Worten Wechselströme von sehr hoher Frequenz. Diese induzieren in der sekundären Spule  $S_2$  des Transformators Wechselströme von außerordentlich hoher

Spannung, einer Spannung, die 100 000 bis 500 000, ja bis 1 Million Volt beträgt; wir haben hier also Wechselströme, die gleichzeitig große Frequenz und sehr hohe Spannung miteinander vereinigen.

Die so gewonnenen Ströme, die als Teslaströme bekannt sind, zeigen höchst eigenartige Wirkungen: In erster Linie ist bemerkenswert, daß sie auf den lebenden Organismus keineswegs so energisch und verderblich einwirken, wie man dies erwarten möchte, wenn man bedenkt, daß Ströme von 500—1000 oder gar von 10 000 Volt Spannung den Menschen sogleich lähmen und meistens augenblicklich töten. Die Teslaströme beeinflussen den Menschen gar nicht oder wenigstens nur langsam und nach einiger Zeit; man erklärt sich das so, daß Elektrizität von dieser enormen Spannung nicht in den Körper eindringt, sondern auf dessen Oberfläche entlang strömt.

Wir kommen nun zu den Lichterscheinungen, die uns hier interessieren:

Aus den Polen  $K_3$  und  $K_4$  der sekundären Spule des Transformators strahlen herrliche blaue Lichtbüschel hervor. Noch schöner beobachtet man die Erscheinung, wenn man von jeder dieser

Kugeln einen Draht ausgehen läßt und beide Drähte in etwa 20 cm Entfernung parallel durch die Luft spannt; die Enden dieser Drähte dürfen nicht miteinander verbunden sein. Stellt man diesen Versuch im Dunkeln an, so sieht man ein schön leuchtendes, weißbläuliches Band, das die beiden Poldrähte miteinander zu verbinden scheint und in seinem matten Scheine ruhig verharrt, solange die Versuchsanordnung von Strömen durchflossen wird.

Weitere interessante Lichterscheinungen kann man durch die Teslaströme erhalten, wenn man die beiden sekundären Pole des Transformators mit zwei Metallplatten verbindet, die in 1—10 Meter Entfernung voneinander parallel aufgestellt sind. Hält man zwischen diese beiden Metallplatten eine Geißler'sche Röhre, d. h. eine allseits geschlossene, an den Enden mit je einem Zuleitungsdrahte versehene Glasröhre, in der die Luft durch Auspumpen stark verdünnt ist, so kommt die Röhre zu intensivem Leuchten; wohlgemerkt sind dabei die Pole der Geißler'schen Röhre keineswegs mit den erwähnten Metallplatten verbunden, sondern nur diesen entgegengerichtet.

Alle diese interessanten Erscheinungen sind aber noch nicht das, was sich Tesla als Form einer neuen Beleuchtung gedacht hat; hierfür benutzt er vielmehr Lampen, die den gewöhnlichen elektrischen Glühlampen sehr ähnlich sind. Es sind dies, wie bekannt, allseits geschlossene Glasgefäße (Glasbirnen), die einen dünnen gewundenen Faden aus Kohle enthalten und durch Auspumpen fast luftleer gemacht worden sind. Derartige Glühlampen kommen zum hellen Aufleuchten, wenn sie zwischen die beiden (nicht zu weit voneinander entfernten) Pole der sekundären Transformatorspule gebracht werden, ohne daß eine Zuleitung nötig wäre.

Darin liegt eben das, was das Teslalicht auf den ersten Blick so aussichtsreich erscheinen läßt, daß nämlich die einzelnen Lampen nicht durch teure Drahtleitungen verbunden zu werden brauchen, daß man vielmehr die Lampen hier, wo man will, aufstellen oder aufhängen, und ihren Platz jederzeit nach Belieben verändern kann, ohne durch die einmal fixierten Drähte der Leitung gebunden zu sein.

Die Teslalampe weicht von der gewöhnlichen Edisonschen in einigen

Punkten ab. Die Form ist annähernd dieselbe geblieben, und auch die Luft wird hier durch Auspumpen möglichst entfernt. Anstatt des gewundenen Kohlenfadens ist dagegen hier nur ein kleines, etwa 1 cm langes Stück Platindrahtes vorhanden, das nur an einem Ende in der Lampenfassung befestigt ist, während das andere Ende frei mitten in der Glasbirne endet. Es braucht hier eben nicht zwei Pole zu geben (zu denen die Leitungsdrähte geführt werden), sondern es sind hier elektrische, oder richtiger gesagt, elektrodynamische Wellen, die bei der Teslaschen Versuchsanordnung von den Polen der sekundären Transformatorspule ausstrahlen.

Wir sehen also, daß das Prinzip des Teslalichtes, namentlich was die Entbehrlichkeit der Drahtleitung angeht, mit dem der Marconischen Telegraphie ohne Draht außerordentliche Ähnlichkeit hat, ja zum großen Teil damit zusammenfällt (vgl. Heft 205).

Der stolze Name „Licht der Zukunft“ hat für das Teslasche System bisher keine Bestätigung erfahren; die in Frage kommende Zukunft muß vorläufig als recht fern liegend angesehen werden. Das liegt vor allem daran, daß die

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-