

Preis pro Quartal Mk. 1,50. Jährlich 12 Hefte mit zahlreichen Illustrationen. Inserate 30 Pf. pro
3spaltige Nonp.-Zeile.

Elektrotechnische Rundschau.

Zeitschrift

für

angewandte Elektrizitätslehre.

Herausgegeben

von

Professor Dr. G. Krebs

zu Frankfurt (Main).

V. Jahrgang.

Heft 2.

Februar 1888.

I N H A L T.

Die Theorie der Fernsprechleitungen. Von Dr. V. Wietlisbach in Bern.

Über das Fernsehen mittels Elektrizität mit besonderer Berücksichtigung des „elektrischen Teleskopes“ von P. Nipkow. Von Prof. Dr. Ignaz G. Wallentin in Wien. (Schluss.)

Beschreibung der inneren Einrichtung von „Renninger's Barometer mit springender Legende.“ Von Prof. Dr. G. Krebs.

Die Fabrikation der Glühlampe Von R. Scharfhausen. (Fortsetzung.)

Neue Bücher und Flugschriften.

Bücherbesprechungen:

Mai, Dr. Oscar, Kurze Anleitung zur Überwachung und Instandhaltung elektrischer Lichtanlagen.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1888.

Redaktionschluss: 31. Januar 1888.

Korrespondenzen und andere Zusendungen für die Redaktion der „Elektrotechnischen Rundschau“ sind an Professor Dr. G. Krebs in Frankfurt a. M., Zusendungen, das Annoncenwesen betr., an den Verlag von Wilhelm Knapp in Halle a. S. zu richten.



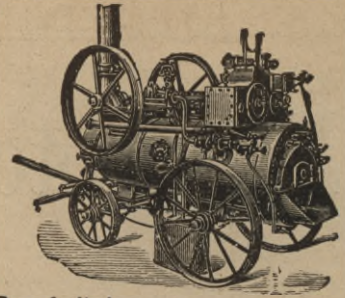
R. WOLF

in
Magdeburg-Buckau

baut seit 1862 als

Hauptspecialität:
Fahrbare und stationäre

Locomobilen



mit ausziehbaren Röhrenkesseln sowie im Dampfraum gelagerten Dampfzylindern und zwar
Hochdruck-Locomobilen mit einfacher oder mit durch den Regulator **selbstthätig** beeinflusster Expansionssteuerung bis zu 50 Pferdekraft,
Receiver-Compound-Locomobilen mit und ohne Condensation bis zu 120 Pferdekraft.

Die Wolf'schen Locomobilen, welchen auf **allen** deutschen Locomobil-Concurrenzen in Bezug auf den **geringsten Kohlenverbrauch**

stets der Sieg

zuerkannt wurde, stehen auch hinsichtlich ihrer **Leistungsfähigkeit und soliden Bauart** unerreicht da. **Sämtliche** seit 26 Jahren aus der Fabrik hervorgegangenen Exemplare sind **gegenwärtig noch im Gebrauch**.

Die Wolf'schen Locomobilen, welche ohne Ausnahme vor der Ablieferung in der grossen Probirhalle der Fabrik **dauernden Brems- und Indicator-Versuchen** unter gleichzeitiger Feststellung des Wasser- und Kohlenverbrauchs unterworfen werden, finden sowohl in der

Landwirthschaft als in industriellen Betrieben jeder Art

ausgedehnte Verwendung und weisen gegenüber stationären Dampfmaschinen, namentlich in Bezug auf die **Unterhaltungskosten**, erhebliche Vorzüge auf.

Preislisten und feinste Referenzen stehen zur Verfügung.

Electr.-med:

Apparate und Instrumente für Galvan.-Farad.- u. Franklisation, Elektrolyse, Galvanokaustik u. elektr. Beleuchtg von Körperhöhlen. Reiniger, Gebbert & Schall, Universitäts-Mechaniker, Erlangen i/B. Reich illustr. Preisverzeichn. — Vertreter i. In. & Auslande — 3. Schlossplatz 3.

(105)

Werkführer gesucht!

mit der Fabrikation von Kohlen für elektr. Beleuchtung, Elemente etc. vollkommen vertraut.

Sehr schöne Stellung.
Offerten unter Chiffre O. 6986 F. an
Orell Füssli & Cie., Zürich. (152)

Ein Physiker, (151)

der schon im Lehramt einige Zeit thätig ist, mit den vorzüglichsten Zeugnissen, sucht Anstellung an einer grösseren Fabrik für physikalische Instrumente. Off. unter H. B. an die Exped. d. Bl. in Halle a. S.

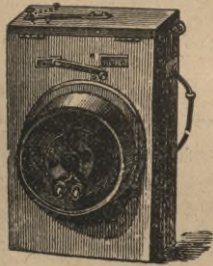
Elektriker,

wissenschaftlich und praktisch gebildet, mit der englischen und französischen Sprache vertraut, gesucht von

Felten & Guillaume,
Mülheim am Rhein. (143)

Braunstein

präparirt für Elemente
Liefert **Christ. Gottlob Foerster**,
Ilmenau in Thür. (147)



Elektrotechn. Neuheiten.

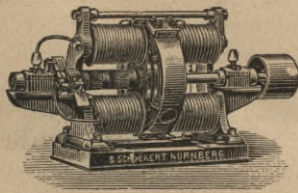
Ia. Taschen-
Doppelakkumulatoren.

Gustav Ravené,
Hamburg. (133)

S. Schuckert, Nürnberg.

Fabrik Dynamo-elekt. Maschinen, elektrischer Lampen und Apparate. (112)

Elektrische Beleuchtungs-Einrichtungen jeder Art und in jedem Umfang. Gleichzeitiger Betrieb von Bogen- und Glühllicht durch dieselbe Maschine. Kraftverbrauch im Verhältnis zur Zahl der brennenden Lampen.



Über 3000 Dynamomaschinen, mehr als 8500 Bogenlampen und ca. 120000 Glühlampen in Betrieb.

Elektrische Kraftübertragung. Einrichtung galvanoplastischer Anstalten. Einrichtungen zur Reingewinnung von Metallen.

Preislisten, Verzeichnisse ausgeführter Anlagen, generelle Kosten-Anschläge und Betriebskostenberechnungen auf Wunsch gratis.

Nichtrostender Leitungsdraht für oberirdische (123)

Telephon- und Telegraphen-Anlagen,

elektr. Licht-, Kraftübertragung, Kabel u. A.:

↳ Lazare Weiller's Patent ◀

Silicium-Bronze-Draht
äusserst leitungsfähig, zäh und zugfest, daher dünne, leichte Drähte anwendbar und dauerhaft.

Widerstandsfähigster Bronzeguss, reines Kupfer.

Es kommen Nachahmungen vor Vorrats-Lager werden nachgewiesen.

General-Vertreter:

J. B. Grief,

Tuchlauben No. 11, Wien.

Die Theorie der Fernsprechleitungen.

Von Dr. V. Wietlisbach in Bern.

In meinen bisherigen in dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsätzen über die Theorie der Fernsprechleitungen habe ich mich darauf beschränkt, einfache Leitungen zu betrachten, d. h. solche, welche über ihre ganze Länge hin von gleichmäßiger Beschaffenheit sind. Solche Leitungen haben nun keine praktische Bedeutung; vielmehr müssen immer an ihren beiden Enden Apparate angeschlossen werden, welche die elektrischen Stromimpulse in die Leitung absenden, und welche sie aus derselben wieder aufnehmen und verarbeiten. Wenn daher auch die eigentliche Leitung selbst von gleichmäßiger Beschaffenheit ist, so wird sie doch auf beiden Seiten durch die aus Kupferdraht bestehenden Wicklungen der einzelnen Bestandteile der Apparate verlängert, und diese Teile haben wesentlich andere Eigenschaften. Aber auch auf diese Stücke finden die gleichen Gesetze Anwendung, und es handelt sich wieder um die Integrierung derselben Differentialgleichungen, welche in dem letzten Aufsätze vorgeführt wurden; nur die Grenzbedingungen werden andere.

Nachdem wir den Übertragungsvorgang einer gleichmäßigen Leitung in allen Einheiten untersucht haben, bereitet der allgemeine Fall, wo die Leitung aus verschiedenartigen Stücken zusammengesetzt ist, keine erheblichen Schwierigkeiten mehr. Ich nehme mir vor, im folgenden Aufsätze zu zeigen, wie dabei vorgegangen werden kann, und werde zuerst den allgemeinsten Fall behandeln, wo die Leitung aus einer beliebigen Anzahl, verschiedenen Stücken zusammengesetzt ist. Aus der gefundenen allgemeinen Formel werde ich dann eine Anwendung auf einen einfachen Fall machen und voraussetzen, daß die Leitung nur aus zwei ungleichartigen Stücken bestehe.

Die Leitung bestehe aus k verschiedenen Stücken, deren Eigenschaften der Reihe nach durch $[W_1 L_1 A_1 C_1]$, $[W_2 L_2 A_2 C_2]$, \dots , $[W_k L_k A_k C_k]$ bezeichnet werden sollen, wo wie bisher W den Widerstand, L die Selbstinduktion, A die Ableitung und C die Capacität der Leitung per km bedeutet. Die Schwingungszahl sei $n = 2\pi m$, wo m die Anzahl der vollständigen Schwingungen in der Sekunde angiebt.

Die Differentialgleichungen, welche die Fortpflanzung von harmonischen Wellen in den einzelnen Stücken der Leitung bestimmen, lauten (nach Seite 117, Jahrg. 1887 dieser Zeitschrift) für das erste Stück:

$$\begin{aligned} -\frac{dV_1}{dx} &= [W_1 + in L_1] J_1; \\ -\frac{dJ_1}{dx} &= [A_1 + in C_1] V_1; \end{aligned} \tag{1a}$$

für das zweite Stück:

$$\begin{aligned} -\frac{dV_2}{dx} &= [W_2 + in L_2] J_2; \\ -\frac{dJ_2}{dx} &= [A_2 + in C_2] V_2; \end{aligned} \tag{1b}$$

für das letzte Stück:

$$\begin{aligned} -\frac{dV_k}{dx} &= [W_k + in L_k] J_k; \\ -\frac{dJ_k}{dx} &= [A_k + in C_k] V_k. \end{aligned} \tag{1k}$$

Es besteht so für jedes Stück der Leitung ein Paar von Differentialgleichungen, welche das elektromagnetische Potential V und die Stromstärke J der Form nach bestimmen. Die allgemeine Form der Lösungen dieser Gleichungen ist:

$$V_g = [a_g e^{-p_g x} - b_g e^{p_g x}] \cdot e^{int}, \tag{2a}$$

$$J_g = [a_g e^{-p_g x} + b_g e^{p_g x}] \cdot q_g \cdot e^{int}, \tag{2b}$$

wo

$$p_g = \sqrt{(A_g + in C_g) \cdot (W_g + in L_g)}, \tag{2c}$$

$$q_g = \sqrt{\frac{A_g + in C_g}{W_g + in L_g}}. \tag{2d}$$

Jede Lösung enthält zwei Coëfficienten a_g und b_g . Dieselben werden durch die Grenzbedingungen und die Stetigkeitsbedingungen bestimmt. Die letzteren ergeben sich daraus, daß sowohl das Potential V_g wie die Stromstärke J_g an den Berührungsstellen zweier auf einander folgenden Leiterstücke keine Sprünge machen kann, sofern nicht eine elektromotorische Kraft zwischen dieselben eingeschaltet ist. Es muß daher der Wert von V_g und J_g am Ende des g .ten Leiterstückes übereinstimmen mit den Werten von V_{g+1} und J_{g+1} am Anfange des

anstossenden Leiterstückes. Sind die Längen der einzelnen Stücke $l_1, l_2 \dots l_k$, so ergeben sich daraus folgende Beziehungen:

An der Berührungsstelle zwischen dem 1. und 2. Stück ist $V_1(l_1) = V_2(l_1)$, d. h.

$$a_1 e^{-p_1 l_1} - b_1 e^{+p_1 l_1} = a_2 e^{-p_2 l_1} - b_2 e^{+p_2 l_1} \quad (3a)$$

und $J_1(l_1) = J_2(l_1)$, d. h.

$$\begin{aligned} q_1 [a_1 e^{-p_1 l_1} + b_1 e^{+p_1 l_1}] \\ = q_2 [a_2 e^{-p_2 l_1} + b_2 e^{+p_2 l_1}], \end{aligned} \quad (3b)$$

ebenso für alle übrigen Berührungsflächen; z. B. für die letzte zwischen dem $(k-1)$ ten und k ten Stück:

$$\begin{aligned} a_{k-1} e^{-p_{k-1} l_{k-1}} - b_{k-1} e^{+p_{k-1} l_{k-1}} \\ = a_k e^{-p_k l_{k-1}} - b_k e^{+p_k l_{k-1}}, \end{aligned} \quad (4a)$$

$$\begin{aligned} q_{k-1} [a_{k-1} e^{-p_{k-1} l_{k-1}} + b_{k-1} e^{+p_{k-1} l_{k-1}}] \\ = q_k [a_k e^{-p_k l_{k-1}} + b_k e^{+p_k l_{k-1}}]. \end{aligned} \quad (4b)$$

Im ganzen ergeben sich auf diese Weise $2(k-1)$ lineare Beziehungen zwischen den Coefficienten $a_1 \dots a_k, b_1 \dots b_k$.

Hierzu kommen noch die Grenzbedingungen. In der Praxis ist das Ende der Leitung immer zur Erde abgeleitet, also $V_k(l_k) = 0$, das giebt folgende neue Beziehung

$$a_k e^{-p_k l_k} - b_k e^{+p_k l_k} = 0. \quad (5)$$

An den Anfang der Leitung verlegen wir den Sitz der erregenden elektromotorischen Kraft, also

$$V_1(0) = E e^{int},$$

was die letzte Beziehung giebt

$$a_1 - b_1 = E. \quad (6)$$

Sollte die elektromotorische Kraft nicht am Anfang der Leitung $x = 0$ wirken, sondern

Die Bedingungsgleichungen lauten:

$$\begin{aligned} \text{für } x = 0 & \quad E = a_1 - b_1, \\ \text{„ } x = l_1 & \quad 0 = a_1 e^{-p_1 l_1} - b_1 e^{p_1 l_1} - a_2 e^{-p_2 l_2} + b_2 e^{p_2 l_2}, \\ & \quad 0 = q_1 (a_1 e^{-p_1 l_1} + b_1 e^{p_1 l_1}) - q_2 (a_2 e^{-p_2 l_1} + b_2 e^{p_2 l_1}), \\ \text{„ } x = l_2 & \quad 0 = a_2 e^{-p_2 l_2} - b_2 e^{p_2 l_2}. \end{aligned}$$

Diese 4 Gleichungen bestimmen die Coefficienten $a_1 a_2 b_1 b_2$ vollständig. Bezeichnet D die Determinante rechts, also

$$D = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ e^{-p_1 l_1} & -e^{p_1 l_1} & -e^{-p_2 l_2} & e^{p_2 l_2} \\ q_1 e^{-p_1 l_1} & q_1 e^{p_1 l_1} & -q_2 e^{-p_2 l_2} & -q_2 e^{p_2 l_2} \\ 0 & 0 & e^{-p_2 l_2} & -e^{p_2 l_2} \end{vmatrix}$$

und $D(a_1), D(a_2), D(b_1), D(b_2)$ die Determinanten, welche aus dieser abgeleitet werden können, wenn die Vertikalreihe der Coefficienten von a_1, a_2, b_1, b_2 durch die Vertikalreihe links $E, 0, 0, 0$ ersetzt wird, so ist

$$a_1 = \frac{D(a_1)}{D}; \quad b_1 = \frac{D(b_1)}{D}; \quad a_2 = \frac{D(a_2)}{D}; \quad b_2 = \frac{D(b_2)}{D}.$$

an irgend einer anderen Grenzfläche, so würde durch diese die Leitung in 2 Teile getrennt; für jeden derselben können die obigen Gleichungssysteme für die Stetigkeit von V und J aufgestellt werden; es treten dazu die Grenzbedingungen: An den Enden der Leitung ist $V = 0$; an der Grenzfläche, wo die elektromotorische Kraft wirkt, macht V den Sprung $E \cdot e^{int}$; aber die Stromstärke J bleibt überall stetig.

Auch für den Fall, daß die elektromotorische Kraft nicht in einer Berührungsfläche, sondern über ein ganzes Leiterstück hin, z. B. der Wicklung einer Induktionsspule verteilt wirkt, wird an den entwickelten Gleichungen nichts Wesentliches geändert. Es muß dann bloß die linke Seite der dem bezüglichen Leiterstücke entsprechenden Differentialgleichung für das Potential V entsprechend vervollständigt werden.

In jedem Falle lassen sich die $2k$ linearen Beziehungen zwischen den $2k$ Coefficienten a und b aufstellen, wodurch diese eindeutig bestimmt sind. Sobald aber der Wert dieser Coefficienten bekannt ist, läßt sich das Potential und die Stromstärke in jedem Leiterstück mit Hilfe der Gleichungen 2 leicht angeben, und es ist also dadurch das Problem, die Übertragung einer Stromwelle in einem beliebig zusammengesetzten Leitersystem zu bestimmen, ganz allgemein gelöst.

Als Beispiel, auf welches wir unsere Methode anwenden wollen, wählen wir eine Leitung, welche aus zwei verschiedenen homogenen Stücken bestehen soll. Das eine Stück werde durch den Index 1 [$W_1 L_1 A_1 C_1$], das andere durch den Index 2 [$W_2 L_2 A_2 C_2$] bezeichnet.

Uns interessiert hauptsächlich die Stromstärke am Ende der Leitung. Im zweiten Stücke ist allgemein

$$J_2 = q_2 [a_2 e^{-p_2 x} + b_2 e^{+p_2 x}] e^{int};$$

nach Einsetzung der Werte a_2 und b_2

$$= \frac{2 E q_1 \cdot q_2 [e^{p_2(l_2 x)} + e^{-p_2(l_2 x)}] \cdot e^{int}}{q_2 [e^{p_2 L} + e^{-p_2 L}] \cdot [e^{p_1 l_1} - e^{-p_1 l_1}] + q_1 [e^{p_2 L} - e^{-p_2 L}] \cdot [e^{p_1 l_1} + e^{-p_1 l_1}]}$$

Hierbei bedeutet $l_2 - l_1 = L$ die Länge des zweiten Stückes und $l = l_1$ die Länge des ersten Stückes.

Für $x = l_2$ wird die gesuchte Stromstärke am Ende der Leitung

$$J = \frac{4 E \cdot e^{int}}{\frac{1}{q_1} [e^{p_2 L} + e^{-p_2 L}] \cdot [e^{p_1 l} - e^{-p_1 l}] + \frac{1}{q_2} [e^{p_2 L} - e^{-p_2 L}] \cdot [e^{p_1 l} + e^{-p_1 l}]}$$

Wir wollen diese Formel auf einen speziellen Fall anwenden. Das erste Stück der Leitung bestehe aus einem Kabel mit sehr kleiner Selbstinduktion und sehr kleiner Ableitung, so daß wir $L_1 = 0$ und $A_1 = 0$ setzen können. Das zweite Stück bestehe aus einer Leitung mit sehr kleiner Kapazität und sehr kleiner Ableitung, aber großer Selbstinduktion, also etwa aus einem gut isolierten Eisendraht oder aus einer Kupferspirale (des empfangenden Telephonapparates); es ist dann auch $C_2 = 0$ und $A_2 = 0$.

Die Stromstärke läßt sich jetzt auf folgende Form bringen:

$$J = 2 E \cdot e^{int}/N,$$

wo

$$N^2 = \frac{W_1}{2n C_1} [e^q + e^{-q} - 2 \cos q] + (W_2^2 + n^2 L_2^2) [e^q + e^{-q} + 2 \cos q] - 2 \sqrt{\frac{W_1}{2n C_1}} \left\{ (W_2 + n L_2) \cdot (e^q - e^{-q}) - (W_2 - n L_2) \sin q \right\}$$

und

$$q = \sqrt{2 W_1 C_1 n}.$$

Hier beziehen sich die Größen $W_1 W_2 C_1 L_2$ nicht mehr auf den km Drahtlänge, sondern auf die ganze Länge des betreffenden Leitungstückes.

Die Amplitude ist also auch hier eine periodische Funktion der Schwingungszahl, wie wir es schon für die einfache Leitung gefunden haben.

Aus dieser Gleichung können wichtige Schlüsse gezogen werden.

Wenn zwei verschiedene Leitungen zusammengesetzt werden, so ist die resultierende Übertragung durch die Eigenschaften beider Leitungen bestimmt. Ihre Wirkungen addieren sich aber nicht einfach, sondern es ist das Abhängigkeitsgesetz ein viel komplizierteres.

Man hat schon die Ansicht geäußert, daß es möglich sei, die Wirkung einer Telephonleitung zu verbessern, wenn man je nach Bedürfnis neben die Leitung einen Kondensator einschalte, um der Selbstinduktion entgegenzuwirken oder eine Induktionsspule, um die Kapazität der Leitung zu kompensieren. Der Erfolg einer solchen Einrichtung wird aber durch den komplizierten Zusammenhang der

Amplitude mit der Selbstinduktion und der Kapazität und dieser wiederum mit der Schwingungszahl unmöglich gemacht.

Um dies noch deutlicher einzusehen, soll die zuletzt mitgeteilte Formel weiter vereinfacht werden.

Für ganz kurze Kabel, bei welchen \sqrt{CWn} gegenüber 1 verschwindet, ergibt sich durch Entwicklung der trigonometrischen und Exponentialfunktionen und Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung folgender Wert für den Nenner N

$$N^2 = 2 W_1 [W_1 - 4n L_2] + 4 [W_2^2 + n^2 L_2^2].$$

Das Merkwürdigste an diesem Resultate ist, daß es die Kapazität C nicht mehr enthält, wohl aber den Widerstand. Für kurze Kabel ist also das wichtigste, daß der Widerstand möglichst klein sei, die Kapazität kommt erst in zweiter Linie in Betracht. Je nachdem $W_1 - 4n L_2$ positiv oder negativ ist, wird durch das angefügte Kabelstück die Übertragung verstärkt oder geschwächt; zugleich wird in dem ersteren Falle die Deformation etwas verkleinert, im zweiten Falle etwas vergrößert.

Für ganz lange Kabel bleiben nur die mit e^q multiplizierten Glieder wesentlich, und es wird daher

$$N^2 = e^q \left[\left(W_2 + nL_2 - \sqrt{\frac{W_1}{2nC_1}} \right)^2 - 2W_2 nL_2 \right].$$

Würde kein Kabel vorhanden sein, so wäre der Nenner

$$N^2 = W_2^2 + n^2 L_2^2.$$

Durch das Ansetzen des Kabels kann also die Übertragung etwas verstärkt werden; sie wird aber immer entstellt.

Man ersieht sofort aus diesen Formeln, daß es unmöglich ist, Kapazität und Selbstinduktion so zu wählen, daß für jede Schwingungszahl eine vollständige Ausgleichung oder nur auch eine erhebliche Besserung des deformierenden Einflusses erzielt werde. Das sicherste Mittel, eine gute Fernsprechleitung zu erhalten, besteht, wie schon früher erwähnt, darin, die einzelnen die Deformation veranlassenden Faktoren möglichst klein zu halten. Von diesem Standpunkt aus ist daher eine Telephonleitung um so besser, je kleiner ihr Widerstand, ihre Kapazität und ihre Selbstinduktion ist. Die Ableitung muß oberhalb einer gewissen Grenze, etwa 10 Megohm pro

km liegen und möglichst konstant sein. Das zur Leitung verwendete Metall soll möglichst wenig magnetisierbar und das zur Isolierung verwendete Material möglichst wenig polarisierbar sein.

Auf ganz die gleiche Weise wie für zwei Stücke läßt sich die Rechnung durchführen, wenn die Telephonleitung aus drei oder mehr verschiedenen Stücken besteht. Das Resultat läßt sich voraussehen: Die Amplituden der übertragenen Wellen werden periodische Funktionen der Schwingungszahlen der einfachen Töne sein. Die Störungen werden sich um so fühlbarer machen, je größer die Deformation der einzelnen Leitungsstücke ist. Die Abgleichung der einzelnen Teilstrecken gegen einander wird noch viel weniger ausführbar sein als in dem Falle, wo es sich nur um zwei verschiedene Stücke handelt, und es wird hier der einzige Weg, eine gute Übertragung zu erzielen, darin bestehen, die einzelnen Leitungsstücke für sich nach den oben erwähnten Grundsätzen so gut als möglich zu machen.

Ich beabsichtige in einem späteren Aufsätze zu zeigen, wie durch diese Bedingungen zugleich auch die Dimensionen der Telephonapparate mitbestimmt werden.

Über das Fernsehen mittels Elektrizität mit besonderer Berücksichtigung des „elektrischen Teleskopes“ von P. Nipkow.

Von Prof. Dr. Ignaz G. Wallentin in Wien.

(Schluß.)

Die Hauptschwierigkeit unseres Problems liegt in der Gestaltung eines einheitlichen Bildes aus den diskontinuierlichen oder — vielleicht besser gesagt — aus den absetzenden Lichtstrahlen. Daß es möglich ist, die von einem Abgabsapparate gelieferten absetzenden Ströme auf ein Licht in der Weise wirken zu lassen, daß die Intensität dieses Lichtes die Schwankungen des Stromes gleichzeitig mitmacht, ist bereits früher erwähnt worden. Wollte man nun die einzelnen Lichtstrahlen photographiren und die erhaltenen Photogramme der Reihe nach zu einem Mosaik aneinander legen, so hätte man nichts weiter als einen komplizierten Kopirtelegraphen, kompliziert aus dem Grunde, weil erst Stromschwankungen in einem solchen Apparate in Lichtschwankungen umgesetzt werden mußten.

Benutzt man als photographische Dunkelkammer unser Auge selbst und würde die ein-

zelnen Lichteindrücke auf der Netzhaut photographiren, was ja noch durch den sogenannten Sehpurpur, ein sehr lichtempfindliches Material, erreicht ist, so würde man im Vorteile sein, zumal der Sehpurpur noch die gute Eigenschaft besitzt, daß das Photogramm auf demselben nur sehr kurze Dauer (etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ Sekunde) verweilt. Wenn man in 0,1 Sekunden sämtliche Felder des Originalmosaiks, selbstverständlich jedes Feld an der ihm zukommenden Stelle, photographirt, so würde unser Bewußtsein aus dieser Gruppe von Photogrammen die Vorstellung eines einheitlichen Bildes gewinnen. Das Bild könnte, sobald es vermöge der Eigenschaft des Sehpurpurs verschwindet, genau auf dieselbe Weise wieder photographirt werden; so würde der Beobachter den Eindruck eines bleibenden Bildes bekommen. Der Abgabsapparat eines solchen „Telephotographen“ müßte in der Weise

konstruiert werden, daß er in unmittelbarer Aufeinanderfolge beliebig viele Bilder in entsprechende Stromimpulse verarbeiten kann.

Während in den meisten der oben genannten Apparate mehrere Leitungsdrähte zwischen den beiden Stationen benötigt werden, hat auf Grund der eben vorgetragenen Ideen P. Nipkow ein Verfahren angegeben, das er sich patentieren ließ und in welchem nur ein einziger Leitungsdraht benutzt wurde. Das von Paul la Cour eingeführte phonische Rad spielt in den vervollkommeneren Apparaten Nipkows, welche von ihm „elektrische Teleskope“ genannt wurden, eine wesentliche Rolle. Der einfache, für den ersten Augenblick kompliziert aussehende Apparat besitzt Vorkehrungen zur Transformation der aufeinander folgenden Lichtwirkungen in absetzende Ströme und umgekehrt und solche, durch welche der Synchronismus der Mechanismen an den beiden Stationen erhalten wird.

Die Axen A (Fig. 2) der beiden auf den Stationen I und II befindlichen Räder müssen vollkommen synchrone Bewegungen ausführen. Wir bemerken in der Figur eine Stimmgabel G, zwischen deren Zinken die Kontaktstücke F_1 und F_2 sich befinden. Der eine Pol der Batterie B_1 ist mit dem Stiele der Stimmgabel in Verbindung gesetzt, der andere Pol ist zu dem kleinen der Stimmgabel gegenüber angebrachten Elektromagneten m geführt. Der Strom der erwähnten Batterie hat den Zweck, die Bewegung der Stimmgabel, welche sonst bald aufhören würde, zu erhalten. Mit F_1 ist eine zweite Batterie B_2 verbunden, deren anderer Pol zu dem Elektromagneten M führt. Es ist klar, daß die Variationen des Stromes der Batterie B_2 denselben Takt besitzen, wie die Stimmgabel und der Strom, welcher den Elektromagneten M durchfließt. Ist nun das phonische Rad R auf die Axe A gesetzt und in Bewegung gebracht worden, so wird erstens bald eine Geschwindigkeit annehmen, welche dem absetzenden Stromes des Elektromagneten M entspricht und es wird dann das Rad diese Bewegung beibehalten.

Wie die vollkommen übereinstimmende Bewegung der phonischen Räder in den beiden Stationen zu Stande gebracht und erhalten wird, zeigt folgende Betrachtung: Über die festen auf einer unbeweglichen Platte angebrachten Kontaktstellen a und b schleift die aus der Figur ersichtliche Feder D, welche an einem Arme C befestigt ist, der seinerseits mit der Axe A verbunden ist; letztere Axe steht durch eine Schleiffeder mit der Erde in Ver-

bindung. Wie man bemerkt, sind die beiden Kontaktstellen a mit den Polen einer Batterie B_3 verbunden, in deren Stromkreis noch ein Elektromagnet n eingeschaltet ist, welcher auf einen gegenüberstehenden Anker bei Stromschluß wirken kann; ferner führt von einer Stelle dieses Stromkreises der Hauptleitungsdraht zur anderen Station. Es ist die Einrichtung getroffen, daß die beiden in den Stationen I und II befindlichen Batterien eine gleiche Zahl von gleichen Elementen besitzen und daß sie an die Linie mit denselben Polen gelegt sind. Bei vollkommen synchronischem Laufe der beiden Räder werden gleichzeitig die Stellen a oder b der beiden Stationen von den beiden entsprechenden Federn D berührt. Ist der a-Kontakt hergestellt, so wird — wie unmittelbar aus der Figur ersichtlich ist — in der Linie L ein Gegenfließen der beiden Ströme eintreten und diese wird — da die Ströme dieselbe Intensität besitzen — nunmehr stromlos sein. Ist hingegen der b-Kontakt an beiden Stationen durch die Feder D hergestellt, so zirkuliert überhaupt kein Strom in der Linie. Eilt aber das phonische Rad etwa in der zweiten Station vermöge einer beschleunigten Bewegung der dortigen Stimmgabel voraus, so wird die Feder D in der zweiten Station schon auf einem Kontakte b angekommen sein, während die analoge Feder in der ersten Station noch auf der Kontaktstelle a sich befindet; in diesem Falle sendet dann die Batterie B_3 in der letztgenannten Station einen Strom, der einerseits durch a, D, C, A und andererseits durch die Hauptlinie L zur zweiten Station und daselbst durch n, b, D, C, A zu den beiden Erdplatten fließt. Der Elektromagnet n in II wird nun erregt, es tritt eine Anziehung des gegenüberstehenden Ankers ein, dadurch wird ein Widerstand W eingeschaltet, wodurch der Magnet m an der zweiten Station stark erregt wird und dementsprechend eine Verzögerung der Schwingungsdauer der Stimmgabel und der Bewegung des Rades an dieser Station eintritt. — Eilt das phonische Rad

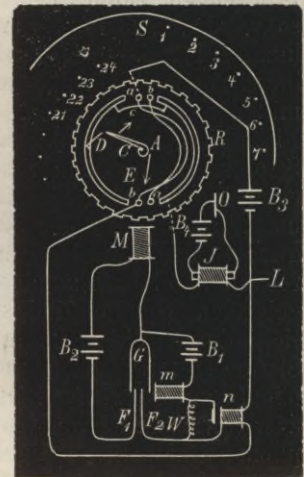


Fig. 2.

schleunigten Bewegung der dortigen Stimmgabel voraus, so wird die Feder D in der zweiten Station schon auf einem Kontakte b angekommen sein, während die analoge Feder in der ersten Station noch auf der Kontaktstelle a sich befindet; in diesem Falle sendet dann die Batterie B_3 in der letztgenannten Station einen Strom, der einerseits durch a, D, C, A und andererseits durch die Hauptlinie L zur zweiten Station und daselbst durch n, b, D, C, A zu den beiden Erdplatten fließt. Der Elektromagnet n in II wird nun erregt, es tritt eine Anziehung des gegenüberstehenden Ankers ein, dadurch wird ein Widerstand W eingeschaltet, wodurch der Magnet m an der zweiten Station stark erregt wird und dementsprechend eine Verzögerung der Schwingungsdauer der Stimmgabel und der Bewegung des Rades an dieser Station eintritt. — Eilt das phonische Rad

an der ersten Station voran, so findet diese Verzögerung infolge der elektromagnetischen Wirkungen an dieser Station statt. Diese sinnreiche Methode, um den Synchronismus der beiden Räder aufrecht zu erhalten, erinnert sehr an die beim Delany'schen Vielfachtelegraphen in Verwendung stehende.

Zur Transformation der Lichtschwingungen in elektrische Stromvariationen verwendet Nipkow statt des Selens in der Aufgabestation eine Rufstrommel O, welche ein einfaches cylindrisches Kästchen darstellt, das auf der einen Seite durch eine Glasplatte, auf der anderen Seite durch eine Membran verschlossen ist. Dieses Kästchen ist mit berufster Drahtgaze gefüllt. An der Membran liegt ein Kohlenkontakt an. Nehmen wir an, daß auf die Glasplatte intermittierende Lichtstrahlen fallen, so werden infolge der wechselnden Bestrahlungsverhältnisse das Drahtgaze und die Membran, sowie der Kohlenkontakt O diese Intermittenzen durchmachen. Wie man aus der Figur ersieht, ist der Kohlenkontakt in den Stromkreis der Batterie B_4 gleichzeitig mit einer induzierenden Spirale eingeschaltet. Es macht somit auch der Strom der Batterie B_4 diese Stromschwankungen mit und diese erzeugen in einer sekundären, die primäre umgebenden Spirale Induktionsströme, welche sich durch die Leitung zur empfangenden Station II fortpflanzen und daselbst ein Telephon durchsetzen. Dieses Telephon besitzt zum Unterschiede von den gebräuchlichen Telephonen eine polirte spiegelnde Membran. Läßt man auf dieselbe von einer Lichtquelle ein Bündel paralleler Lichtstrahlen auffallen, so wird bei ruhender Membran das reflektirte Strahlenbündel in was immer für einer Entfernung vom Telephon denselben Durchmesser wie das einfallende besitzen; wird aber die Telephonmembran infolge der Stromwirkung ausgebaucht, somit ein Hohlspiegel werden, so werden die reflektirten Strahlen an der betreffenden Stelle einen kleineren Durchmesser haben als zuvor. Es tritt mit anderen Worten gesagt eine Konzentration des Lichtes ein und es wird eine in die Strahlen gestellte Fläche stärker beleuchtet werden als wenn die Membran ruhend wäre. So ist es leicht möglich, auch sehr unbedeutende Stromvariationen in beträchtliche Variationen in den Lichterscheinungen umsetzen; nur muß dafür Sorge getragen werden, daß das Licht ein kräftiges ist und daß das Telephon möglichst weit vom Beobachtungsorte entfernt wird.

In der obigen Figur (Fig. 2) bemerken wir

noch einen sogenannten Kontaktbogen c, wie ihn Nipkow nennt, und dieser hat den Zweck, die Ströme, welche in der Induktionsspirale der ersten Station erregt wurden, dem Telephon an der zweiten Station zuzuführen. Diese Kontaktbögen sind auf jeder Station unter einander verbunden; die Verbindung der Kontaktbögen mit der Leitung wird an der Aufgabestation durch die sekundäre Spirale des Induktionsapparates J, in der Empfangsstation durch das Telephon hergestellt. Ein kleiner isolirender Ring ist kurz vor den Kontaktstellen a frei gelassen und dieser hat den Zweck, daß, wenn die Schleiffeder D in der zweiten Station schon auf a angelangt wäre und D in der ersten Station ein wenig zurückgeblieben ist, der Strom der in der Empfangsstation befindlichen Batterie B_3 keinen Strom durch die Induktionsspule oder, wenn der umgekehrte Fall eintreten sollte, keinen Strom durch das Telephon senden kann; unzweifelhaft würden dann die Apparate Schaden nehmen.

Nachdem wir im vorigen zeigten, wie der Synchronismus der beiden Mechanismen an den Stationen erhalten wird, wie ferner ein „Telegraphiren“ von Lichteindrücken ermöglicht ist, erübrigt es uns, nur anzugeben, in welcher Weise man Vorrichtungen konstruirte, um die Lichtbilder in absetzendes Licht zu zerlegen und die Bilder aus solchen Lichtstrahlen wieder zusammenzustellen. Auf der Axe A ist noch eine sehr große Scheibe S angebracht und zwar — wie die beigegebene Fig. 3 lehrt — ist dies auf jeder Station veranaltet. Von diesen Scheiben sind, entsprechend den zwischen den beiden Kontaktbogen c liegenden, für die Berichtigung des Synchronismus bestimmten Theilen zwei Ausschnitte abgeteilt, welche für die Verarbeitung des Bildes nicht in Betracht kommen. Im übrig bleibenden Theile der Scheibe S ist ein Spiralgang und auf diesem sind Öffnungen angebracht, die etwa in der Zahl 24 vorhanden sind. Diese Löcher sind in der Figur mit 1, 2, 3, . . . 23, 24 gekennzeichnet. Bewirkt man eine sehr rasche Drehung der Scheibe vor einem weißen Schirme, so erblickt man einen hellen Ring und dieser besitzt eine Breite, welche der radialen Entfernung der Löcher 1 und 24 gleichkommt. Stellt man nun diesseits der Scheibe S eine Linse (in der Figur mit P bezeichnet) auf und wirft mittels derselben auf den erwähnten ringförmigen Theil der Scheibe ein Bild, welches durch einen Schirm derart abgeblendet wird, daß auf die Scheibe nur ein Bild von der Größe eines

Ringsectors fällt, dessen äußerer Bogen gleich der Distanz zweier Löcher der Scheibe ist, so ist im Bereiche dieses Bildes in jedem Zeitmomente auch bei der schnellsten Rotation nur ein einziges von den 24 Löchern. Auf diese Weise wird bei der Rotation der Scheibe für den Beobachter, der jenseits der Scheibe gedacht werden muß, das Bild in aufeinanderfolgende Streifen zerlegt. Es kann so — und das ist für die Teleskopie belangreich — jeder einzelne Lichtpunkt auf seine Helligkeit geprüft werden; jedes Bild, welches doch aus Helligkeits- und Schattenstellen besteht, giebt ein absetzendes Licht. Das Auffangen der durch die Scheibe durchgelassenen Lichtstrahlen erfolgt seitens der Rufstrommel und diese setzt, wie bereits früher auseinandergesetzt wurde, die Lichtvariationen in Stromschwankungen

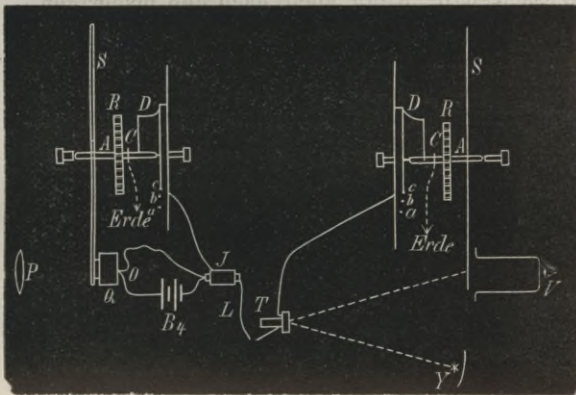


Fig. 3.

um. Die in der zweiten Station auf die Axe A gesetzte Scheibe ist der eben beschriebenen vollkommen gleich und sie besitzt den vollkommensten Synchronismus mit dieser Scheibe. Es werden die von dem Lichtpunkte Y ausgehenden und an der Telephonmembran reflektirten Strahlen gegen die Scheibe geworfen; hinter dieser muß der Beobachter in V gedacht werden und selbstredend müssen die Entfernungen der Lichtquelle vom Telephon und des letzteren vom Beobachter passend gewählt sein. Dieser Beobachter betrachtet nun einen Ringausschnitt, welcher durch einen Schirm derart abgegrenzt ist, daß die Größe des Ringausschnittes mit jener des Ringausschnittes an der Abgabestation übereinstimmt. Es muß die Einrichtung getroffen sein, daß genau zur gleichen Zeit die gleichbezeichneten Löcher der beiden Scheiben in die Ringausschnitte eintreten; würde dies nicht der Fall sein, so würden dem Beobachter die Bilder aus zwei falsch zusammengestellten Teilen bestehend

erscheinen. Nipkow hat die Löcher der Scheibe S an der Empfangsstation zweckmäßiger mit geöltem Papier überzogen.

Der Empfangsapparat kann auch eine andere Form annehmen; es können nämlich die Ströme, welche von der Rufstrommel oder einer Selenzelle beeinflusst wurden, eine Spirale (Fig. 4) umfließen, welche einen Körper umgiebt, der die Polarisationssebene eines ihn durchlaufenden polarisirten Lichtstrahles drehen kann; dahin gehören das sogenannte Faraday'sche schwere Glas oder eine mit Schwefelkohlenstoff gefüllte und durch ebene Glasplatten geschlossene Röhre. Je nach der Intensität des pulsirenden Stromes wird die Polarisationssebene des durch einen Nicol gegangenen und die Röhre durchsetzenden Lichtes verschieden stark gedreht und deshalb auch die Helligkeit des ausgetretenen und einen Analyser (wieder einen Nicol) verlassenden Lichtes eine verschiedene sein. Es muß natürlich nur eines der Löcher in der Scheibe S dem Beobachter sichtbar sein.

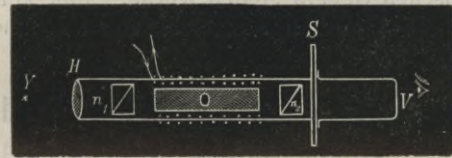


Fig. 4.

Nipkow macht zur Beschreibung seiner wichtigen Entdeckung einige Bemerkungen, die als interessant dem Leser dieser Abhandlung nicht vorenthalten werden sollen: Die Rufstrommel hat nämlich die Eigenschaft auch auf absetzende Strahlen des nicht mehr sichtbaren Spektrums anzusprechen und es ist möglich, mittels des beschriebenen Apparates auch im Dunkeln befindliche Gegenstände wahrnehmen zu können, wenn sie nur in entsprechender Weise erwärmt werden.

Der Apparat erlaubt auch die Bewegungen des in der 1. Station befindlichen Gegenstandes zu photographiren und dann wieder zu beliebiger Zeit darzustellen. Es wird in diesem Falle anstatt der Scheibe S an der Empfangsstation in den Weg der von der Telephonmembran reflektirten Lichtstrahlen ein photographischer Registrirapparat gestellt, wie solche für die Zwecke der photographischen Aufzeichnung telephonischer Ströme angewendet werden. Die so entwickelte photographische Platte kann man dann zur Beleuchtung der Scheibe S benutzen.

Nipkow hat darauf ferner aufmerksam gemacht, daß statt der Rufstrommel oder

Selenzelle an der Aufgabestation sich auch Thermosäulen gut eignen würden. Es ist bekannt, daß dieselben sehr gut auf verschiedene Bestrahlungsverhältnisse reagieren und insbesondere auch gut geeignet sind, dunkle Wärmestrahlen in Stromenergie umzusetzen. — Ferner wird noch in dem deutschen Reichspatente von Nipkow aufmerksam gemacht, daß man eine Kombination zweier unter einem gewissen Winkel gegeneinander gestellten Apparatsätze in den beiden Stationen dazu benutzen kann, um ein binokulares und stereoskopisches elektrisches Fernsehen zu ermöglichen. Würde man in der Empfangsstation statt mit teleskopischen Strömen das Telephon mit wahren telephonischen Strömen beschicken, so würde der Beobachter bei der oben angegebenen Anordnung der Apparate ein Bild für jeden Ton wahrnehmen, daß bei gleichbleibender Bewegung der Scheibe S gleich bleiben wird. Dasselbe würde auch der Fall sein, wenn man die Scheibe S in den Lichtkegel eines photophonischen Gebers stellen würde. Man könnte auf diese Weise in Anbetracht des Umstandes,

daß man Laute, Töne und vielleicht auch Worte optisch reproduzieren kann und nach den oben gemachten Bemerkungen die erhaltenen Bilder auch auf photographischem Wege fixieren kann, von einer „Photographie der Töne“ sprechen.

Inwieweit diese kühnen Ideen der Wirklichkeit entsprechen, läßt sich am heutigem Tage noch keineswegs beurteilen. Ein Aburteilen und Verurteilen der gemachten Vorschläge wäre ebensowenig zu billigen wie ein zu sanguinisches Erhoffen der Ausführbarkeit dieser Gedanken. So viel ist aber — und namentlich durch die ausführlicher betrachteten Forschungen Nipkows — festgestellt, daß ein teleskopisches Photographieren von entfernten Gegenständen, ja ein elektroteleskopisches Sehen dieser Gegenstände möglich ist und dies ist jedenfalls ein großer Fortschritt in der Wissenschaft; wenn auch nach den bisherigen Forschungen die „elektrische Teleskopie“ noch keinerlei praktische Früchte getragen hat, so reiht sich das Prinzip derselben doch würdig den Prinzipien der Telephonie, Mikrophonie und Photophonie an.

Beschreibung der inneren Einrichtung von „Renninger's Barometer mit springender Legende.“

D. R.-P. Nr. 41543.

Von Prof. Dr. G. Krebs.

Obwohl die Kenntnis des Barometerstandes an einem bestimmten Orte keine sichere Voraussage des zu erwartenden Wetters gestattet, indem man zu einer hinlänglich sicheren Prognose die Barometerstände in ganz Europa kennen muß, so läßt sich doch in vielen Fällen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aus dem bloßen Stand des Barometers an einem bestimmten Orte ein zutreffender Schluß ziehen. Besonders wichtig in dieser Beziehung ist es zu wissen, ob das Barometer im Steigen oder Fallen begriffen ist.

Soll aber ein Barometer für das große Publikum besonderes Interesse haben, so müssen die Angaben, ob steigend oder fallend, ob trocken, beständig oder veränderlich, deutlich und von größerer Ferne her sichtbar sein. Diese Anforderungen, nebst der weiteren, einer großen Empfindlichkeit besitzt das von Renninger konstruierte Barometer, welches wir hier ausführlich beschreiben wollen, in hohem Grade.

Als Grundlage des Instrumentes und zur Angabe der barometrischen Veränderungen

dient ein mit Rücksicht auf den Zweck speziell gearbeitetes Metall-Barometer A (Fig. 1), das sich gegenüber anderen durch einen recht kräftigen Gang auszeichnet.

Wie aus nebenstehender Abbildung ersichtlich, ist in dem unteren Teile des Barometers eine Metallskala angebracht, die, entsprechend den sieben Worten der Legende, in sieben gleichmäÙige Felder a^1 — a^7 eingeteilt ist. Diese Metallskala hat mit dem Werk des Barometers keinerlei metallische Berührung, ebenso wie die einzelnen Felder derselben gegenseitig isoliert sind. Das Barometer selbst ist durch eine an seiner äußeren Metallkapsel befestigte Klemme K und durch den Leitungsdraht k mit dem einen Pol T einer aus drei Trockenelementen (Patent Dr. Gassner) bestehenden elektrischen Batterie verbunden. Der Zeiger des Barometers trägt an seinem unteren Ende ein auf der Abbildung nicht sichtbares, kleines Rädchen, mit welchem er bei seinen durch das Barometerwerk bedingten Bewegungen über die einzelnen Felder der Metallskala hinwegläuft und durch die metallische Berührung jeweils mit einem dieser

sieben Felder einen Kontakt herstellt. Von jedem dieser Felder führt je ein Leitungsdraht über eine der Klemmen nach $K^1—K^7$ nach je einer der Klemmen $L^1—L^7$, die an einem Holzplateau befestigt sind. Auf diesem Holzplateau sind nun sieben Federkontakte in einem Kreise angebracht. Dieselben bestehen aus je zwei Metallwinkeln, einem äußeren $m^1—m^7$ und einem inneren $n^1—n^7$. An den äußeren Winkeln $m^1—m^7$ sind Federplättchen angebracht, die sich an die inneren Winkel $n^1—n^7$ anlegen, mit diesen Kontakte bilden und über

welche auf sieben ihrer Seiten die einzelnen Worte der allgemein üblichen Legende „Sehr trocken, Beständig, Schön Wetter, Veränderlich, Regen oder Wind, Viel Regen und Sturm“ vertheilt trägt. Diese Rolle ist links mit ihrer Axe o^1 in dem Mittelpunkt o der Federkontakte gelagert, während sie auf der rechten Seite mit ihrer Axe r^1 an einem Räderwerk r befestigt ist. Dasselbe wird bei geschlossenem Strom durch einen unterhalb des Elektromagneten angebrachten Anker, in Verbindung mit einem sogenannten Unterbrecher, in Gang

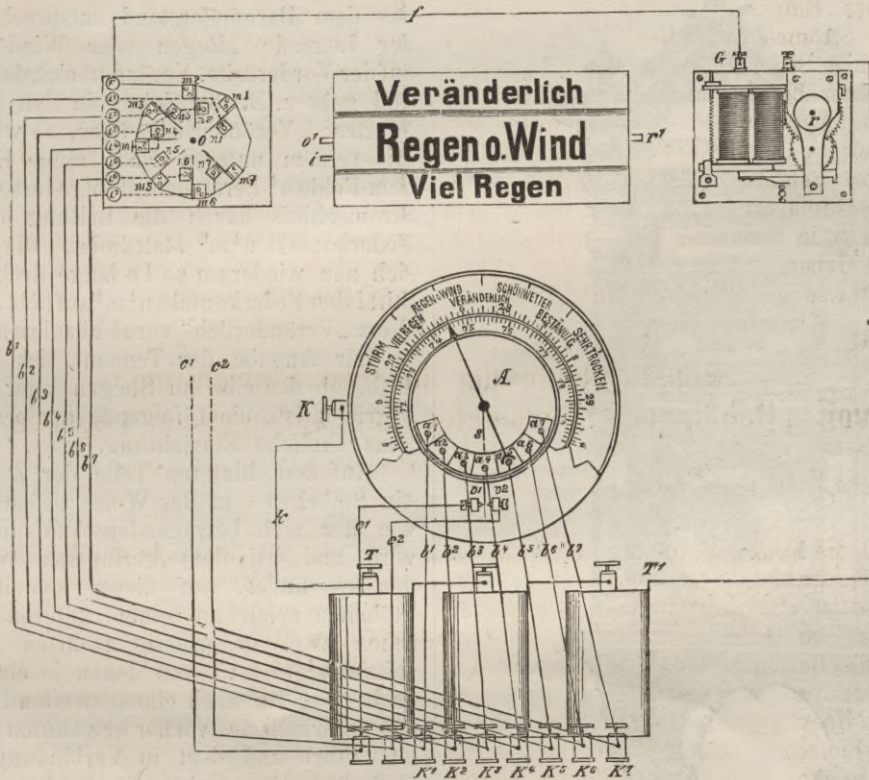


Fig. 1.

dieselben nach dem Mittelpunkt o etwas vorstehen. Von den sieben Klemmen $L^1—L^7$ steht je eine mit je einem der inneren Winkel $n^1—n^7$ in Verbindung, während die äußeren Winkel alle unter sich und mit der Klemme F leitend verbunden sind. Dieselbe steht durch den Leitungsdraht f mit der Klemme G , die an einem Elektromagneten sitzt, in Verbindung und ist letzterer durch den Draht g mit dem zweiten Pol T^1 der elektrischen Batterie direkt verbunden. Zwischen dem Holzplateau, das in dem Instrument auf der linken Seite angebracht ist, und dem Elektromagneten auf der rechten befindet sich eine achteckige Rolle,

gesetzt und damit die Rolle in rotirende Bewegung gebracht.

Das Instrument funktioniert nun in folgender Weise:

Angenommen der Zeiger des Barometers steht, wie auf der Abbildung angegeben, in dem Bereich des Wortes: „Regen oder Wind“, so liegt derselbe mit dem an seinem unteren Ende befestigten kleinen Rädchen auf dem Felde a^5 der Metallskala auf und stellt hier durch seine metallische Berührung einen Kontakt her. Der elektrische Strom geht nun von dem Pol T der Batterie durch k nach der Klemme K , von dieser durch das Metallwerk

des Barometers und überträgt sich durch den Zeiger auf das Feld a^5 . Von diesem geht er durch die Leitung b^5 nach der Klemme L^5 an dem Holzplateau. Da dieselbe mit dem inneren Winkel n^5 des Federkontaktes verbunden ist, so überträgt sich der Strom durch das an diesem anliegende Federplättchen auf den äusseren Winkel m^5 und läuft durch die, die äusseren Winkel verbindende Leitung nach der Klemme F , von wo er direkt durch f nach

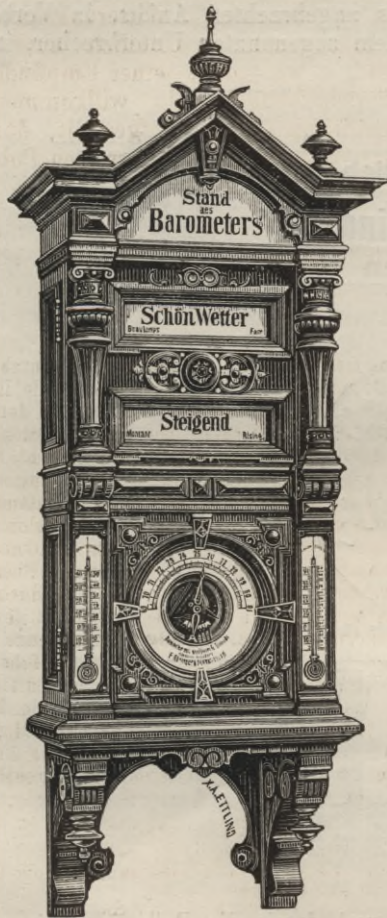


Fig. 2.

dem Elektromagneten geht. Derselbe steht, wie bereits erwähnt, mit dem anderen Pol T^1 der Batterie in Verbindung, sodass der elektrische Strom geschlossen ist. Dadurch wird der Elektromagnet magnetisch und bringt in Verbindung mit dem Unterbrecher den unter ihm befindlichen Anker fortgesetzt in Auf- und Niederbewegung, wodurch das Räderwerk in Gang und damit die achteckige Rolle in rotierende Bewegung gesetzt wird. Diese Bewegung dauert so lange fort, bis eine vollständige Stromunterbrechung eintritt. Dieselbe

tritt nun dadurch ein, dass ein an der Rolle links seitwärts angebrachter Stift t_i bei der rotirenden Bewegung derselben an den sämtlichen Federkontakten der Reihe nach die nach innen vorstehenden Federplättchen von den inneren Winkeln n^1 — n^7 abhebt. Im vorliegenden Falle wird sich die Rolle also so lange bewegen, bis der Stift i an dem Federkontakt $n^5 m^5$ ankommt und hier das Federplättchen von dem inneren Winkel n^5 etwas abdrückt, wodurch der elektrische Strom unterbrochen wird. Infolge dessen stellt der Elektromagnet seine Thätigkeit ein, die Rolle bleibt stehen und das dem Barometerstand entsprechende Wort der Legende „Regen oder Wind“ erscheint auf der Vorderseite. Verändert sich das Barometer und geht z. B. der Zeiger in den Bereich des Wortes: „Veränderlich“ über, so wird derselbe mit seinem unteren Ende einen Kontakt auf dem Felde a^4 herstellen, infolgedessen ein neuer Stromschluss durch die Leitung b^4 und den Federkontakt $n^4 m^4$ stattfindet. Die Rolle wird sich nun wiederum so lange drehen, bis der Stift i den Federkontakt $n^4 m^4$ aufhebt, worauf das Wort „Veränderlich“ vorne abzulesen sein wird.

Zur Angabe der Tendenz des Barometers d. h. ob dasselbe im Steigen oder im Fallen begriffen ist, dient folgende der beschriebenen ganz ähnliche Einrichtung.

Auf dem hinteren Teile der Zeigeraxe ist ein Stäbchen s in der Weise befestigt, dass es von der sich bewegenden Axe mitgenommen wird und bei dem geringsten Widerstande, den es findet, auf dieser schleift. Dieses Stäbchen spielt an seinem unteren Ende zwischen zwei gegenseitig isolirten Schraubenspitzen v^1 und v^2 , von denen je ein Leitungsdraht e^1 und e^2 nach einem zweiten Holzplateau, das unterhalb des vorher erwähnten angebracht ist, führt und dort in Verbindung mit zwei Federkontakten steht, die in derselben Weise wie die bereits erklärten angeordnet sind. Im Übrigen ist die Einrichtung genau wie die obere. Diesem Holzplateau gegenüber sitzt wiederum ein Elektromagnet mit Räderwerk und zwischen beiden bewegt sich eine sechseckige Rolle, welche die Worte „Steigend“ und „Fallend“ auf zwei ihrer Seiten trägt.

Ist das Barometer in steigender Bewegung begriffen, so wird das Stäbchen s von der Axe mitgenommen und legt sich gegen die Schraubenspitze v^1 , mit welcher es durch die metallische Berührung einen Kontakt bildet. Der elektrische Stromschluss findet nun genau in derselben Weise statt, wie dies bei der Einrichtung für die obere Rolle mit der Legende

der Fall ist und wird dadurch auch die nämliche Wirkung erzielt. Der Elektromagnet wird wieder magnetisch und setzt durch das Räderwerk die sechseckige Rolle in Bewegung, die sich so lange dreht, bis ein ebenfalls an derselben seitwärts angebrachter Stift den betreffenden Federkontakt, durch welchen der Strom geht, aufhebt. Dieser Federkontakt ist auf dem Holzplateau derart angebracht, daß sich diejenige Seite der Rolle, auf welcher das Wort „Steigend“ steht, nach vorne einstellt.

Tritt das Barometer eine rückgängige Bewegung an, so legt sich das Stäbchen s gegen die Schraubenspitze v^2 , wodurch sich der elektrische Strom durch den anderen der beiden Federkontakte schließt. Der Hergang ist wiederum derselbe und das Wort „Steigend“

wird nun durch „Fallend“ ersetzt werden. — Es bleibt noch zu erwähnen, daß nach jeder Bewegung der einen oder der anderen Rolle durch das Aufheben der Federkontakte die elektrische Batterie sofort wieder ausgeschaltet wird und auf diese Weise eine nur sehr geringe Abnutzung derselben stattfindet.

Das soeben beschriebene Barometer, welches Fig. 2 in Totalansicht zeigt und das einen sehr gefälligen Anblick gewährt, dürfte Privaten, welche sich für Witterungsangelegenheiten interessieren, namentlich aber Hotelbesitzern u. s. w., wegen seiner Empfindlichkeit und Übersichtlichkeit sehr willkommen sein. An öffentlichen Plätzen aufgestellt, dürfte es zweifellos das Interesse des großen Publikums in hohem Grade erregen.

Die Fabrikation der Glühlampe.

Von R. Scharfhausen.

(Fortsetzung.)

Messungen.

Das Erste, was bei einer fertigen Lampe untersucht werden muß, ist das Vakuum. Es geschieht dieses dadurch, daß man den Funken eines Rühmkorff'schen Apparates durchschlagen läßt. Verbindet man einen Pol eines derartigen Induktoriums mit dem Bügel einer auf der Pumpe befindlichen Lampe, während der andere in einen Drahttring auslaufende Pol die Kugel umgiebt, so zeigt sich, nachdem ein mäßiges Vacuum erreicht ist, das blaue Licht der Geißler'schen Röhren. Je vollkommener das Vakuum wird, um so mehr verschwindet dieses, um dem homogenen apfelgrünen Licht der Crooks'schen Röhren Platz zu machen. Bringt man also beide Elektroden in eine geeignete Form und Lage, so kann man eine große Zahl von Lampen in kürzester Zeit auf Vakuum prüfen. Zeigt sich hierbei eine Lampe als schlecht, so wird die untere Anschmelzstelle einen Augenblick in die Blasflamme gehalten. Es entsteht ein kleiner Sprung, durch welchen die atmosphärische Luft allmählich eindringt. Ist das Vakuum völlig zerstört, so wird der Sprung verschmolzen, ein neues Ansatzstück angesetzt und von Neuem evakuiert. Es fragt sich nun, wie stark ist die Verdünnung in den gebräuchlichen Lampen. J. Swinburn nimmt eine Verdünnung von 1 : 20 000 an. Dr. C. Heim veröffentlichte eine ausführliche Arbeit über das Vakuum der Glühlampen (Elektr. Zeitschrift 1886, Heft 11 u. 12) und kommt zu dem Schluss, daß der Gasdruck in einer kalten Glühlampe als unter 0,01 mm liegend angenommen werden kann. Beim Brennen der Lampe wächst dieser Druck bis zu 0,2 mm an, was Dr. Heim lediglich den durch den Bügel absorbierten Gasen zuschreibt. Es dürfte fraglich sein, ob diese Annahme ganz zutreffend ist und ob die Innenseite des Glaskörpers nicht das Hauptreservoir der Gase ist. Durch einen Versuch, bei welchem die Lampe von außen erwärmt wird, ohne daß der Bügel glüht, ließe sich diese Frage entscheiden. Bevor wir zum Photometrieren der nunmehr fertigen Lampe schreiten, müssen wir uns zunächst mit Ausdrücken und Begriffen, wie Nutzeffekt etc., bekannt machen. Verbindet man eine Lampe mit einer Stromquelle und läßt die elektro-

motorische Kraft allmählich von 0 bis zum Durchbrennen des Bügels anwachsen, so wächst sowohl die Intensität des ausgestrahlten Lichtes wie auch die in der Lampe konsumierte elektr. Energie. Die Zunahme des Lichtes ist aber der kons. Energie nicht proportional, sondern, je mehr die Lampe beansprucht wird um so mehr Licht giebt sie pro Krafteinheit. Jede leuchtende Oberfläche kann man sich als aus unendlich vielen, unendlich kleinen Ebenen zusammengesetzt denken. Verbindet man den Mittelpunkt einer dieser Ebenen dS durch eine Linie mit dem Standpunkte des Beobachters, so ist das ausgestrahlte Licht der Intensität der Lichtquelle proportional, d. h. derjenigen Lichtmenge, welche von einem Quadratcentimeter der Oberfläche rechtwinklig ausgestrahlt wird. Bezeichnet man dieses mit I und den Cosinus des Winkels, welchen die Normale mit der Ebene und Beobachter verbindenden Linie macht mit ϵ . Die Lichtmenge, welche das Auge des Beobachters trifft, ist der Entfernung r umgekehrt proportional, daher

$$\frac{1}{r^2} I \cos. \epsilon dS,$$

das von der kleinen Ebene ausgesandte Licht und

$$\iint \frac{1}{r^2} I \cos. \epsilon dS,$$

die Gesamtmenge.

In Worten bedeutet obige Gleichung: Das Licht welches in irgend einem Punkte durch eine gleichförmig leuchtende, beliebig geformte Fläche hervorgerufen wird, ändert sich wie der Körperwinkel, unter welchem von dem Punkte aus gesehen, der leuchtende Körper erscheint. Die Intensitätsbestimmung läuft daher auf die Messung des Körperwinkels hinaus. Ein Beispiel möge dieses erläutern. Will man die Intensität der Beleuchtung eines Punktes auf einem Photometerschirme feststellen, welcher durch eine beliebige Lichtquelle, etwa ein Stück weißglühender Kohle beleuchtet wird, so denkt man sich um den Punkt eine Kugelschale mit dem Radius 1 cm gelegt und im Mittelpunkt derselben befestigt einen Draht, welcher bis zu dem leuchtenden Körper gezogen ist. Umfährt man nun

mit diesem stets gespannt gehaltenen Drahte die Konturen der Kohle, so wird er eine irreguläre Pyramide ausschneiden, deren Spitze in dem qu. Punkte des Schirmes liegt; dieses ist der Körperwinkel. Der Draht wird aus der Kugelfläche aber ebenfalls ein Stück heraus schneiden; das Maß des Körperwinkels. Der Flächeninhalt dieses Stückes liefert mit der Intensität pro qcm der Lichtquelle multipliziert die Helligkeit unseres Punktes auf dem Schirme. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Abhängigkeit der ausgestrahlten Lichtmenge von der Temperatur der Lichtquelle.

Schon zu Beginn dieses Jahrhunderts wies Draper durch Experimente nach, daß alle Körper bei gleichen Temperaturen Licht von gleicher Farbe aussenden; ein Gesetz, welches später von Provostaye, Desains und Kirchhoff verifiziert wurde. Wendet man dieses Gesetz auf die Glühlampe an, so gelangt man zu der wichtigen Schlussfolgerung, daß es unmöglich ist durch besondere Wahl und Präparation der Kohle einen höheren Nutzeffekt zu erzielen; denn gleiches Vakuum vorausgesetzt ist der Nutzeffekt lediglich von der Temperatur abhängig. Man kann also nur dadurch eine Lampe erzeugen, welche in Bezug auf die pro Watt erzeugte Lichtmenge anderen voraus ist, daß man Bügel anfertigt, welche ohne Gefahr für die Lebensdauer mit höheren Temperaturen gebrannt werden können.

Verschiedene Körper haben verschiedenes Emissionsvermögen, d. h., ein Stück Eisen von 1 qcm Fläche sendet bei einer beliebigen Temperatur mehr Licht aus als ein gleichgroßes und gleich stark erhitztes Stück Glas, obgleich die Farbe in beiden Fällen die gleiche ist. Ersteres wird aber auch mehr Wärme abgehen, und um beide Stücke auf gleicher Temperatur zu erhalten, wird man dem Eisen mehr Wärme zuführen müssen als dem Glas; genau das Gleiche gilt nun auch für die Bügel der Lampen. Es ist daher durchaus falsch, wenn ein Fabrikant seinen Lampen einen größeren Nutzeffekt zuschreibt: alle Lampen arbeiten bei gleicher Temperatur, Farbe und Vakuum mit gleichem Nutzeffekt. Die Lampe des einen mag eine stärkere Beanspruchung, eine höhere Inkandeszenz des Bügels gestatten und ist dann besser, aber sie kann ohne diese höhere Temperatur keinen höheren Nutzeffekt geben. Ein gutes Vakuum ist nicht nur der Lebensdauer der Lampe, sondern auch der Wärmeverluste wegen nötig. Ist nämlich das Vakuum schlecht, so wird die Wärme durch Konvektion fortgeleitet; dem Bügel muß also mehr Strom zugeführt werden als einer anderen vollkommener evakuirten Lampe und der Nutzeffekt wird, wieder gleiche Temperatur und Farbe vorausgesetzt, ein geringerer sein. Obgleich als absolute Einheit des Lichtes die Platineinheit angenommen ist, wird in der Praxis doch stets eine andere bequemere nach einer Normalkerze gemessene Vergleichslichtquelle, meist wohl

eine Petroleumlampe, benutzt. Wie bei der Kerze nicht die totale Emission, sondern nur die horizontale Intensität in Rechnung gezogen wird, so mißt man auch bei den Glühlampen nur diese letztere. Zur Messung wird die Lampe daher so vor den Photometerschirm gestellt, daß dieser mit der Ebene des Bügels parallel steht. Als Photometer hat sich für die Zwecke der Praxis das Bunsen'sche Fettfleckphotometer am besten bewährt. Die Konstruktion dieses Apparates ist so allgemein bekannt, daß wir von einer Beschreibung desselben füglich absehen können. Der Raum, in welchem die Photometerbank aufgestellt ist, muß, um alle Lichtreflexe zu vermeiden, durchweg mit matschwarzer Farbe angestrichen sein. An elektrischen Meßinstrumenten sind ein Ampèremeter und ein Voltmeter erforderlich. Das Sortiren und Auszeichnen der Lampen geschieht nun in der Weise, daß Stromstärke und Spannung, welche erforderlich sind, um 0,3 Kerzen pro Volt-Ampère zu erzeugen, festgestellt werden. Gibt also z. B. eine Lampe bei 50 V und 1,2 A 13 NK, so soll, wenn

die Spannung richtig ist $\frac{13}{50 \cdot 1,2} = 0,3$ sein; in Wirklichkeit ist aber der Quotient 0,21; die Lampe glüht also noch nicht intensiv genug, die Spannung muß erhöht werden, bis das richtige Verhältnis erreicht ist. Diese Methode des Sortirens ist für die Praxis zu unständig, da jede Lampe einige Rechnungen voraussetzt, von deren Richtigkeit außerdem noch viel abhängt. Die Anwendung eines Wattmeters beseitigt diese Mißstände vollkommen. Um die größtmögliche Sicherheit vor Rechenfehlern zu haben, wird die Skala des Wattmeters nicht in Volt-Ampère, sondern in die Lichtstärken, welche eine Lampe bei Annahme von 0,3 NK pro Watt giebt, geteilt. Die Messung ist dann ungemein vereinfacht. Die Lampe wird eingeschaltet und die durch das Photometer angegebene Lichtstärke mit der Angabe des Wattmeters verglichen, ein Blick genügt hier, um zu ermitteln, ob die Lampe mit der richtigen Intensität brennt oder nicht; ist dieses der Fall, so werden Stromstärke und Spannung an den resp. Apparaten abgelesen und die gefundenen Werte auf der Lampe verzeichnet. Die Kenntnis der Stromstärke ist übrigens nur bei Lampen nötig, welche in Bogenlichtanlagen brennen sollen, für alle anderen genügt die Spannungsbestimmung. Es giebt noch verschiedene andere Methoden, diese Messungen schnell und sicher vorzunehmen, auf welche wir hier um so weniger eingehen können, als die vorliegende Arbeit nicht für den Fabrikanten, den Fachmann bestimmt ist, sondern nur den Zweck verfolgt, dem Entfernterstehenden die verschiedenen Phasen der Fabrikation der Glühlampe in allgemeinen Umrissen vorzuführen.

(Fortsetzung folgt.)

Neue Bücher und Flugschriften.

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

Natur und Offenbarung. Heft 12, Münster-Aschendorff. Koller, Dr. Th. Neueste Erfahrungen und Entdeckungen. Jahrgang XV, Heft 2.

Thompson, Sylv. The development of the mercurial air-pump. London, E. u. F. N. Spon.

Bücherbesprechungen.

Mai, Dr. Oscar. Kurze Anleitung zur Überwachung und Instandhaltung elektrischer Lichtenanlagen. Frankfurt a. M., A. Mahlau.

Diese kleine, höchst zeitgemäße Schrift, enthält in allgemein verständlicher Darstellung eine Anleitung zur

Überwachung und Instandhaltung elektrischer Lichtenanlagen, welche namentlich für Montoure und Bedienstete bei elektrischen Lichtenanlagen von hohem Wert ist. Die kleine Schrift verdient wegen ihrer klaren Auffassung und zweckmäßigen Einteilung die beste Empfehlung.