

Elektrotechnische Rundschau.

Zeitschrift

für

angewandte Elektrizitätslehre.

Herausgegeben

von

Postrat **C. Grawinkel** und Professor **Dr. G. Krebs**
zu Frankfurt (Main).

IV. Jahrgang.

Heft 8.

August 1887.

I N H A L T.

Berechnung der Glühlampenfäden. Von Dr. K. Strecker.
Über die anfängliche Geschwindigkeit der Erwärmung
metallischer Leitungsdrähte durch den elektrischen
Strom. Von Dr. W. A. Nippoldt in Frankfurt (Main).
Das Mikrophon von Mix & Genest. Von C. Grawinkel.
Die Fabrikation der Glühlampe. Von R. Scharf-
hausen. (Fortsetzung.)

Die elektrische Beleuchtung von Eisenbahnzügen. Von
C. Grawinkel.

Kleine Mitteilungen:

Internationaler Wettstreit für Wissenschaft und Kunst in
Brüssel. — Versammlung deutscher Ärzte und Naturforscher
zu Wiesbaden.

Neue Bücher und Flugschriften.
Patentanmeldungen.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1887.

Redaktionschluss: 31. Juli.

Deutsche Chemiker-Zeitung

erscheint im Verlage von **EUGEN GROSSER** in **BERLIN** und berichtet aus folgenden Disziplinen regelmässig, schnell und den Gegenstand erschöpfend:

Theoretische, physikalische, allgemeine anorganische und organische, analytische, technische, Agrikultur- und Pflanzen-Chemie, Elektrotechnik, Berg- und Hüttenwesen, Medizinische und physiologische Chemie und Physiologie, Gerichtliche Chemie und Toxikologie, Pharmakognosie, Pharmakologie und Pharmacie, Nahrungsmittel-Chemie, Bakteriologie, Öffentliche Gesundheitspflege, Gesetzgebung und Rechtsprechung, Mikroskopie.

Wahrung der Standesinteressen, Berichterstattung aus Vereinen, Gesellschaften und Untersuchungsämtern sind Hauptaufgaben der Deutschen Chemiker-Zeitung. — Anfragen aus Abonentenkreisen werden sachgemäß beantwortet.

Über **Patent**-Anmeldungen, -Erteilungen, -Erlöschungen und -Versagungen, **Marken**- und **Muster**-Eintragungen, **Firmenregister** und **Konkursnachrichten**, **Submissionen** und **Handelsverkehr**, **Vakanzen**, **Personalien** und **Familien-Nachrichten** etc. etc. wird möglichst schnell berichtet; dem **Angebot** sowie der **Nachfrage** ist der **Anzeigenteil** gewidmet.

Bestes Insertions-Organ

für **Stellen**-Angebote und **Gesuche**, **Kauf**- und **Verkaufs**-Offerten aus allen Gebieten der chemischen Industrie.

Abonnement pro Quartal 3 Mk., direkt nach dem Auslande 4 Mk.
Anzeigen 30 Pf., chiffrirte Annoncen 40 Pf. Petitzeile Raum; Bezugsquellenliste 3 Mk. p. Jahr.

Probe-Nummern gratis und franko.

Über 500 Illustrationstafeln und Kartenbeilagen.

Soeben erscheint in gänzlich neuer Bearbeitung

Achtzig Aquarelltafeln.

MEYERS KONVERSATIONS-LEXIKON

VIERTE AUFLAGE.

Bibliographisches Institut in Leipzig.

266 Hefte à 50 Pfennig. — 16 Halbfranzbände à 10 Mark.

3000 Abbildungen im Text.

J. B. Grief, Wien I.

General-Vertreter der Fabriken:

Lazare Weiller & Co., Angoulême

Patent-Silicium-Kupfer-, Bronze-Draht und Guss.

(116)

Société Générale des Téléphones.

Kabel-Fabriken ehemals „Rattier“, Paris.

Guttapercha- und Kautschuk-Waren für techn. Zwecke.

Buxtehude

Bayr. Maschinenbau-Fabrik „Malo-Schu“

Eintritt Juli, Oktober, Januar u. April.

Vorbereitungseintritt täglich. Progr. gratis.

Schulgeld 60 M.

Geldprämien, Medaillen und Diplome b. zum Betrage von

500000 Fres.

Von den ausgestellten Gegenständen werden für

1000000 Fres.

Gewinne für die von der belg. Regierung genehmigte Lotterie angekauft. (135)

Grosser Internationaler Wettstreit der Industrie u. Wissenschaften

Allgemeine Weltausstellung

Unter dem Protectorate Sr. Maj. des Königs der Belgier und dem Ehren-Vorsitze Sr. K. H. des Grafen von Flandern.

1888 * Mai bis Oktober * 1888

Anfragen sind zu richten an: Commissariat Général du Gouvernement II Place de Louvain, oder Comité exécutif, 22 rue des Palais, Bruxelles.

Brüssel 1888



Verlag von Wilh. Knapp in Halle a. S.

Die

technische Verwertung der Elektrizität.

Herausgegeben von

F. Holthof.

Mit 22 Holzschnitten. Preis 1 M.

Berechnung der Glühlampenfäden.

Die ersten Edison'schen Glühlampen waren eine A-Lampe zu 100 Volt und 16 Kerzen und eine B-Lampe zu 50 Volt und 8 Kerzen; diese unterschieden sich von einander nur dadurch, daß die letztere einen halb so langen Kohlefaden besaß, als die erstere. Der heutige Stand der Glühlampenfrage verlangt eine weit größere Mannigfaltigkeit in Spannung und Leuchtkraft, eine Forderung, welcher auch die Fabrikation schon großenteils entsprochen hat. Man kennt ja das Verzeichnis der von Siemens & Halske in Berlin fabrizirten Lampen, welche bereits 18 verschiedene Lampengrößen für 6 verschiedene Spannungen und 8 verschiedene Lichtstärken enthält.

Es wird hier angenommen, daß die Kohlefäden runden Querschnitt besitzen; die Rechnung wird hierfür am einfachsten; sie kann leicht auch für rechteckige und andere regelmäßige Querschnitte ausgeführt werden.

Für die meisten Fälle ist es erforderlich, daß die Lampen von verschiedener Leuchtkraft, welche man z. B. in demselben Raume oder doch nahe bei einander brennen will, die gleiche Farbe zeigen, daß nicht die eine schon violettweiß glüht, wenn die andere noch gelbrot leuchtet. Dies ist zu erreichen, wenn die Kohlen der Lampen, welche ja alle auf dieselbe Weise hergestellt sind und sich alle unter den nämlichen äußeren Umständen be-

Glühlampen von Siemens & Halske.

No.	IA	I	II	IV	VI	VIII	X	XV	XX									
Lichtstärke in NK	5	8	10	10	16	16	16	16	25	25	25	25	35	35	35	50	50	100
Spannung in Volt	25	50	100	65	120	100	65	50	120	100	65	50	120	100	65	100	12,5	25
Strom in Amp.	0,77	0,52	0,39	0,52	0,50	0,51	0,77	1,02	0,66	0,77	1,17	1,50	0,92	1,12	1,72	1,50	9	9

Ähnliche Mannigfaltigkeit weist auch die Fabrikation anderer Firmen auf.

Die erste Lampe eines solchen Systems herzustellen, so daß sie mit guter Ökonomie eine große Lebensdauer verbindet, ist eine Sache, welche viel Arbeit und große Erfahrung erfordert; sie wird fast lediglich im Laboratorium vollendet.

Aus der ersten wohl gelungenen Lampe von bestimmter Größe und bestimmten Eigenschaften kann man nun ohne weitere Experimente, und ohne große Mühe alle Größen von Lampen berechnen, welche aus demselben Kohlenmaterial und in derselben Behandlungsweise hergestellt werden sollen. Kennt man für die erste Lampe

- l_1, r_1 Länge und Radius des Kohlefadens,
- e_1 die Spannung, bei welcher die Lampe gebrannt werden soll,
- i_1 und λ_1 Stromstärke und Leuchtkraft bei dieser Spannung e_1 ,

so ist es leicht, Länge und Dicke des Kohlenfadens einer Lampe zu berechnen, welche eine vorgeschriebene Leuchtkraft, eine vorgeschriebene Spannung und eine vorgeschriebene Stromstärke besitzen soll.

finden, sämtlich dieselbe Temperatur besitzen; denn gleichbeschaffene Körper geben bei gleichen Temperaturen Strahlen aus (wärmende, leuchtende und chemisch wirksame), welche in ihrer spectralen Zusammensetzung gleichartig sind; man wird sich nur schwer ein anderes Verhältnis vorstellen können.

Wie viele von diesen Strahlen als leuchtend von uns wahrgenommen werden, hängt von der Temperatur ab; bei höherer Temperatur ist der Prozentsatz an leuchtenden Strahlen größer. Außerdem ist die Beschaffenheit der Oberfläche der leuchtenden Kohle von großem Einfluß; wir haben indes vorausgesetzt, die Kohlen seien alle auf dieselbe Weise hergestellt, also ist auch die Oberfläche aller Kohlen von derselben Beschaffenheit.

Die Höhe der Temperatur ist abhängig von der erzeugten Wärmemenge, von der Größe der Oberfläche des glühenden Körpers, welche die erzeugte Wärme an die Umgebung abgibt, und von der Beschaffenheit der ausstrahlenden Oberfläche, von ihrem äußeren Wärmeleitungsvermögen, welches ja für alle Kohlen dasselbe ist. Es bleibt also für unsere Betrachtung nur übrig das Verhältnis der strahlenden Oberfläche zur ganzen verbrauchten Energiemenge;

dieses bestimmt die Temperatur. Und da letztere für alle Lampen dieselbe ist, so folgt daraus, daß das genannte Verhältnis für alle Lampen unserer Fabrikation denselben Wert haben muß. In anderen Worten heißt das: In allen Lampen, welche gleichzeitig verwendet werden sollen, muß jeder Quadratmillimeter der Oberfläche des Kohlenbügels dieselbe Lichtmenge produzieren.

Wir wissen, daß die Lebensdauer einer Lampe in sehr hohem Maße davon abhängt, mit welcher Temperatur der Kohlenbügel glüht, oder in praktischen Worten, wie viel Volt-Ampère für die Erzeugung von 1 Normkerze aufgewendet werden. Wir dürfen jedenfalls im allgemeinen sagen, daß solche Lampen, bei denen dieser Aufwand gleich ist, ungefähr gleiche mittlere Lebensdauer besitzen; die Forderung nach gleicher Lebensdauer aller Lampen stellen wir für alle Sorten von Lampen, welche in einem gleich teuren Betrieb, gebrannt werden sollen, also z. B. für alle Lampen, welche mit Dynamomaschinen betrieben werden, während die mit Batteriestrom zu speisenden Lampen auch untereinander gleiche Lebensdauer besitzen müssen, welche aber eine viel geringere sein muß als für die Lampen mit Maschinenbetrieb. Die Forderung gleicher Lebensdauer fällt demnach zusammen mit der Forderung gleicher Ökonomie; wünscht man eine andere Lebensdauer, so wird man auch andere Ökonomie erhalten. Über den Zusammenhang zwischen beiden Größen hat man keinen Anhaltspunkt; die so oft erwähnte Tabelle, nach der die Lebensdauer umgekehrt proportional der 25. Potenz ändert, ist nur für amerikanische Edisonlampen aufgestellt worden; wie genau sie für dieselben richtig ist, weiß ich nicht; für neuere Lampensorten gilt sie nicht.

Die Wärmemenge, welche in einem Leiter von kreisförmigen Querschnitt in einer bestimmten Zeit erzeugt wird, wenn der Strom i denselben durchfließt, ist proportional mit $i^2 R$, wobei R den Widerstand $= c \cdot \frac{l}{r^2 \pi}$ bedeutet.

Die nach außen abgegebene Wärmemenge ist proportional mit der Oberfläche des Leiters, d. i. mit $2r\pi \cdot l$. Die Temperatur ist proportional mit der erzeugten Wärmemenge $c \cdot \frac{l i^2}{r^2 \pi}$, und umgekehrt proportional mit der Oberfläche $2r\pi l$; von anderen veränderlichen Größen ist sie nicht abhängig, so lange wir nur Körper von demselben äußeren Wärmeleitungsvermögen

betrachten. Die Temperatur ist demnach proportional mit

$$c \cdot \frac{l i^2}{r^2 \pi} \cdot \frac{1}{2r\pi l} = \text{konst.} \cdot \frac{i^2}{r^3}.$$

Auf dieselbe Gleichung führen uns auch die vorhergegangenen Betrachtungen; denn es soll von jedem Quadratmillimeter der Oberfläche dieselbe Zahl von Normkerzen ausgestrahlt werden, und für jede Normkerze soll dieselbe Zahl von Volt-Ampère aufgewendet werden.

Der Widerstand des Bügels ist $c \cdot \frac{l}{r^2 \pi}$, deshalb ist $e = c \cdot \frac{l}{r^2 \pi} \cdot i$, also die Zahl der Volt-Ampère

$e \cdot \frac{1}{r^2 \pi} i^2$; folglich kommt auf die Einheit der Ober-

fläche $c \cdot \frac{l}{r^2 \pi} i^2 \cdot \frac{1}{2r\pi l} \text{ Volt-Ampère} = \text{konst.} \cdot \frac{i^2}{r^3}$, und dies soll für alle Lampen dieselbe Größe sein, so lange es sich um dieselbe Art des Betriebes der Lampen handelt.

Diesen Fall wollen wir zuerst untersuchen.

Es seien also für unsere Musterlampe die 5 oben aufgezählten Größen gegeben; wir wünschen eine andere Lampe herzustellen, welche die Leuchtkraft λ_2 besitzt; für diese Leuchtkraft muß eine vorher berechenbare Anzahl von Volt-Ampère aufgewendet werden, wir wollen aber fürs erste noch nicht bestimmen, in welcher Weise das Produkt der Volt-Ampère in die Faktoren Volt und Ampère zu zerlegen ist.

Bedeutet σ den spezifischen Widerstand der glühenden Kohle, so ist der Widerstand des Bügels

$$R_1 = \sigma \cdot \frac{l_1}{r_1^2 \pi}$$

demnach $e_1 = R_1 i_1 = \sigma \cdot \frac{l_1 i_1}{r_1^2 \pi}$

$$e_1 i_1 = \sigma \cdot \frac{l_1 i_1^2}{r_1^2 \pi}$$

$\frac{e_1 i_1}{\lambda_1}$ ist diejenige Größe, welche nach unserer Voraussetzung für alle zu fabrizierenden Lampen denselben Wert hat; demnach ist

$$\frac{e_1 i_1}{\lambda_1} = \frac{e_2 i_2}{\lambda_2} \dots \dots (1),$$

wenn wir unsere Musterlampe (Index 1) mit einer beliebigen der zu konstruierenden Lampen (Index 2) vergleichen; oder

$$\frac{\sigma \cdot l_1 i_1^2}{\pi \cdot \lambda_1 r_1^2} = \frac{\sigma \cdot l_2 i_2^2}{\pi \cdot \lambda_2 r_2^2} \dots \dots (1^*).$$

Halten wir damit zusammen, daß $\frac{i^2}{r^3}$ ebenso für alle Lampen denselben Wert haben muß, daß also ist

$$\frac{i_1^2}{r_1^3} = \frac{i_2^2}{r_2^3} \dots (2),$$

so folgt

$$\frac{l_1 r_1}{\lambda_1} = \frac{l_2 r_2}{\lambda_2} \dots (3),$$

d. h. für alle Lampen derselben Fabrikations- und derselben Betriebsart hat der Andruck $\frac{lr}{\lambda}$ denselben Wert. Die Gleichung (3) wollen wir die Grundgleichung nennen.

Es sei jetzt festgesetzt, daß die Lampe von der Leuchtkraft λ_2 die letztere besitzen soll bei einer Spannung e_2 ; es sollen berechnet werden, i_2, l_2, r_2, R_2 .

Wir hatten oben die Gleichung

$$e_1 = \sigma \cdot \frac{l_1 i_1}{r_1^{2\pi}}$$

es wird also sein:

$$e_2 : e_1 = \frac{l_2}{l_1} \cdot \frac{i_2}{i_1} \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2},$$

nach (2) ist $\frac{i_2}{i_1} = \sqrt{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3}$, also

$$e_2 : e_1 = \frac{l_2}{l_1} \cdot \sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$$

und hieraus erhält man

$$l_2 = l_1 \cdot \frac{e_2}{e_1} \cdot \sqrt{\frac{r_2}{r_1}},$$

die Grundgleichung giebt hierzu

$$l_2 = l_1 \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1},$$

vergleicht man die beiden Gleichungen, so ist

$$\frac{e_2}{e_1} \cdot \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} = \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \text{ oder}$$

$$r_2 = r_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{(e_1 \lambda_2)^2}{(e_2 \lambda_1)}} \dots \text{Ia.}$$

und dies giebt mit Hilfe der Grundgleichung

$$l_2 = l_1 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{e_2}{e_1}\right)^2 \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \dots \text{Ib.}$$

nach (1) ist ferner

$$i_2 = i_1 \cdot \frac{e_1}{e_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \dots \text{Ic.}$$

und schließlic haben wir noch

$$R_2 = R_1 \cdot \frac{l_2}{r_2^2} \cdot \frac{r_1^2}{l_1} = R_1 \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$R_2 = R_1 \cdot \left(\frac{e_2}{e_1}\right)^2 \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \dots \text{Id.}$$

und dies gilt sowohl für den Widerstand der normal glühenden als für den der kalten Kohle.

Statt der Spannung e_2 sei nunmehr die Stromstärke, welche die Lampe von der Leuchtkraft λ_2 besitzen soll, vorgeschrieben; gesucht ist die Spannung e_2 , ferner l_2 und r_2, R_2 .

Nach (1*) und (2) ist

$$\frac{r_1^3}{r_2^3} = \frac{i_1^2}{i_2^2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^3 \cdot \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^3 \cdot \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^3, \text{ also}$$

$$\left(\frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^{3/2} = \frac{i_2}{i_1}$$

$$l_2 = l_1 \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^{2/3} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \dots \text{IIb.}$$

$$r_2 = r_1 \cdot \left(\frac{i_2}{i_1}\right)^{2/3} \dots \text{IIa.}$$

aufserdem wird, wie vorhin

$$R_2 = R_1 \cdot \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^{2/3} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^{4/3}$$

$$R_2 = R_1 \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \cdot \left(\frac{i_1}{i_2}\right)^2 \dots \text{IId.}$$

und

$$e_2 = e_1 \cdot \frac{i_1}{i_2} \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \dots \text{IIc.}$$

Diese Gleichungen kann man sowohl in den einzelnen vorkommenden Fällen benutzen, als auch dazu verwenden, sich eine Tabelle anzufertigen, welche für eine große Zahl von verschiedenen Lampen die notwendigen Angaben für die Konstruktion enthält.

Es sei z. B. für die Musterlampe gemessen worden:

- $\lambda_1 = 16$ Normalkerzen,
- $e_1 = 100$ Volt,
- $i_1 = 0,53$ Ampère,
- $l_1 = 150$ mm,
- $r_1 = 0,080$ mm,
- $R_1 = 375$ Ohm, kalt gemessen.

Dann erhält man für die Lampen, welche auf dieselbe Weise aus demselben Material wie die Musterlampe hergestellt werden, die umstehende Tabelle (Seite 94).

Werden die Lampen präpariert, d. h. der verkohlte Faden mit einem Überzuge aus niedergeschlagener Kohle versehen, wie jetzt vielfach üblich, so ist erforderlich, daß die Widerstände der verkohlten rohen Fäden in demselben Verhältnis stehen, wie die in der Tabelle mitgeteilten Widerstände der fertigen Kohlen.

Wünscht man auch Lampen von anderer Ökonomie als die der Musterlampe herzustellen, so wird die Rechnung etwas verwickelter. Es

K	25 Volt				50 Volt				100 Volt				120 Volt			
	r mm	l mm	i Amp.	R kalt Ω	r mm	l mm	i Amp.	R kalt Ω	r mm	l mm	i Amp.	R kalt Ω	r mm	l mm	i Amp.	R kalt Ω
5	0,092	40	0,67	75	0,058	64	0,33	300	0,037	102	0,17	1200	0,033	114	0,14	1720
10	0,146	51	1,34	37	0,093	81	0,67	150	0,058	129	0,33	600	0,052	144	0,28	860
16	0,200	60	2,14	23	0,124	95	1,07	93	0,080	150	0,53	375	0,071	168	0,44	540
25	0,27	69	3,3	15,0	0,171	110	1,66	60	0,108	175	0,83	240	0,095	196	0,70	345
50	0,43	87	6,7	7,5	0,27	138	3,3	30	0,171	220	1,66	120	0,151	246	1,38	172

ist dann notwendig, folgenden Weg einzuschlagen:

Denken wir uns die zu konstruierende Lampe von vorgeschriebener Spannung e_3 , Stromstärke i_3 und Leuchtkraft λ_3 schon vorhanden und in den Stromkreis eingeschaltet, lassen wir darauf die Spannung an der Lampe sich ändern, so wird auch die Stromstärke und die Leuchtkraft sich ändern. Zwei besondere Werte wollen wir ins Auge fassen: einmal den normalen Zustand, wenn die Lampe bei e_3 Volt brennt;

dann haben e_3 , i_3 , λ_3 , sowie $\frac{e_3 i_3}{\lambda_3} = \gamma_3$ die vorgeschriebenen Werte, sind also bekannt; und zweitens den Zustand, wenn die Lampe gerade mit derselben Ökonomie brennt, wie die Musterlampe; bedeuten in letzterem Falle e_2 , i_2 , λ_2 die vorerst unbekanntenen Werte für die zu konstruierende Lampe, so ist

$$\frac{e_2 i_2}{\lambda_2} = \frac{e_1 i_1}{\lambda_1} = \gamma.$$

Zwischen den Größengruppen e_2 , i_2 , λ_2 und e_3 , i_3 , λ_3 besteht nun bekanntlich ein gesetzmäßiger Zusammenhang, der sich mit völlig ausreichender Genauigkeit mit Hilfe folgender Gleichung darstellen läßt. Die Änderungen von Spannung, Strom und Leuchtkraft einer und derselben Lampe geschehen nach der Gleichung

$$\lambda = \text{konst.} (ei)^3.$$

Folglich ist im vorliegenden Falle

$$\frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \left[\frac{e_3 i_3}{e_2 i_2} \right]^3.$$

Da nun außerdem $e_3 i_3 = \lambda_3 \gamma_3$ und $e_2 i_2 = \lambda_2 \cdot \gamma$ ist, so folgt

$$\frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \left[\frac{\lambda_3 \gamma_3}{\lambda_2 \gamma} \right]^3,$$

woraus

$$\lambda_2 = \lambda_3 \cdot \left(\frac{\gamma_3}{\gamma} \right)^{3/2}.$$

Statt der vorhin angeführten Gleichung $\lambda = \text{konst.} (ei)^3$ kann man auch schreiben

$$\lambda = \text{konst.} e^6 \text{ und } = \text{konst.} i^6,$$

was ebenfalls mit großer Genauigkeit zutrifft. Dann ist

$$\frac{\lambda_3}{\lambda_2} = \frac{e_3^6}{e_2^6}; e_2 = e_3 \cdot \sqrt[6]{\frac{\lambda_2}{\lambda_3}} = e_3 \cdot \sqrt[4]{\frac{\gamma_3}{\gamma}},$$

genau ebenso $i_2 = i_3 \cdot \sqrt[4]{\frac{\gamma_3}{\gamma}}.$

Sind demnach e_3 , i_3 , λ_3 und damit auch γ_3 vorgeschrieben, γ bekannt, so können e_2 und i_2 nach vorstehenden Formeln berechnet werden, und es handelt sich dann noch darum, für eine Lampe von derselben Ökonomie, wie die Musterlampe den Faden zu berechnen, was nach den vorher mitgeteilten Formeln geschehen kann.

Beispiel. Die Musterlampe sei dieselbe wie oben: 16 Kerzen bei 100 Volt und 0,53 Amp., es soll eine Lampe konstruiert werden, welche ebenfalls 16 Kerzen bei 100 Volt giebt; während aber die Ökonomie der Musterlampe $\gamma = 3,33$ ist, soll die der neuen Lampe $\gamma_3 = 2,5$ sein.

$$\sqrt[4]{\frac{2,5}{3,33}} = 0,93 \quad l_2 = 93 \text{ Volt}$$

$$\left(\frac{2,5}{3,33} \right)^{3/2} = 0,65 \quad i_2 = 0,50 \text{ Amp.}$$

$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \lambda_2 = 10,4 \text{ K.}$$

nach den Formeln Ia und b ist nun

$$r_2 = 0,080 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{100 \cdot 10,4}{93 \cdot 16} \right)^2} = 0,063 \text{ mm} = r_3,$$

$$l_2 = 150 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{93}{100} \right)^2 \cdot \frac{10,4}{16}} = 124 \text{ mm} = l_3.$$

Statt dessen kann man auch die Formeln I bzw. II durch Einführung der Größen e_3 , i_3 , λ_3 umformen, so dafs sie ohne den hier eingeschlagenen Umweg durch Einsetzen der vorgeschriebenen Werte von e_3 , i_3 , λ_3 sogleich r_2 und l_2 u. s. w. liefern; dies ist eine einfache algebraische Aufgabe, die uns hier deshalb weniger interessirt, weil die entstehenden Formeln sehr kompliziert aussehen und das Verständnis keineswegs erleichtern.

Ich habe mehrfach Gelegenheit gehabt, die angegebenen Formeln zu gebrauchen und habe eine äußerst zufriedenstellende Übereinstimmung der Berechnungen und der Messungen gefunden.

Berlin, Mai 1887. Dr. K. Strecker.

Über die anfängliche Geschwindigkeit der Erwärmung metallischer Leitungsdrähte durch den elektrischen Strom.

Von Dr. W. A. Nippoldt in Frankfurt a. M.

Bei vielen elektrischen Messungen ist es wünschenswert, die Geschwindigkeit der Erwärmung innerhalb der ersten Sekunden nach Stromschluß derjenigen Leitungsdrähte zu kennen, deren Widerstand in den Formeln als Factor vorkommt. Bei den Nullmethoden genügt es meist, wenn man sicher ist, daß die vom Strom erzeugte Temperaturerhöhung während der kurzen Dauer der Beobachtung unter dem Maß bleibt, welches die erstrebte Genauigkeit der Messung bezüglich der Widerstandsänderung vorschreibt. Andererseits liegt jedoch das Bedürfnis vor, durch Vergrößerung der elektromotorischen Kraft, die Ausschläge im Galvanometer möglichst groß zu haben. Vornehmlich bei Rheostatenwiderständen, welche aus Neusilber- oder Nickelindrähten hergestellt werden, ist die durch Stromwärme hervorgerufene Widerstandsänderung ceteris paribus weitaus größer als in Kupferdrähten, trotzdem letztere einen 10 bis 14mal größeren Temperaturkoeffizienten besitzen als die Legierungen. Da sich mir in letzter Zeit bei elektrischen Messungen mehrfach das Bedürfnis nach dem Besitze einer Tabelle bemerkbar machte, welche für verschiedene Drahtstärken rasch die zugehörige Temperaturerhöhung ermitteln ließe, so habe ich eine solche berechnet und glaube Manchem einen Dienst mit der Publikation derselben zu leisten.

Der vierte Jahrgang des „Kalenders für Elektrotechniker“ giebt zwar eine solche Tabelle auf pag. 112, welche von Herrn Uppenborn für Kupfer- und Neusilberdrähte berechnet ist, allein bei derselben ist das Argument unvollständig gewählt, indem als solches der Wert $\frac{i}{q}$ genommen ist; auch sind dort die Zahlen für Kupferdrähte 10mal größer angegeben, als der Wirklichkeit entspricht. Das Argument $\frac{i}{q}$ ist unpraktisch, weil es den Querschnitt enthält, während doch die Drähte nach dem Durchmesser sortiert werden. Die Benutzung einer zweiten Tabelle, welche für jeden Drahtdurchmesser den zugehörigen Querschnitt liefert, hat den Mifsstand, daß man dann Argumente erhält, welche keine ganzen Zahlen, sondern stets Decimalbrüche sind.

Es ist übrigens in den Fällen, wo es sich nur um kurze Dauer eines Stromschlusses

handelt, von einer Beanspruchung $\frac{i}{q}$ der Drähte keine Rede. Eine solche ist nur bei einer Dauerleistung, einer Arbeit, vorhanden, wie beispielsweise in den Leitungsdrähten einer Dynamomaschine oder dem Kohlenfaden einer Glühlampe.

Die Kenntnis der Temperaturerhöhung der Drähte bei kurzer Dauer des Stromschlusses ist wohl nur aus dem Grunde von Interesse, um auf die Geschwindigkeit der Widerstandsänderung einen Schluß ziehen zu können, was bei elektrischen Messungen von Wichtigkeit sein kann. Auch bei der Verfertigung der Meßapparate, d. h. bei der Wahl der Drahtstärken für die Leiter derselben, wird eine dahin bezügliche Tabelle willkommen sein. Es würde jedoch zu weit führen, für mehrere Metalle diese Tabelle auszurechnen, zumal außer Kupfer zu den gebräuchlichsten Leitern Legierungen von sehr wechselnder Leitungsfähigkeit verwendet werden. Die von mir für Kupferdrähte berechnete Tabelle gestattet übrigens auch die Anwendung auf andere Leiter.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir, auf eine Frage aufmerksam zu machen, welche für die Elektrotechnik von großer praktischer Bedeutung ist.

Die Leitungsfähigkeit der Metalle wurde früher in Zahlen ausgedrückt, welche sich auf die gleiche Eigenschaft eines bestimmten Metalles bezogen. Man wählte anfangs als solches das Silber und setzte dessen Leitungsfähigkeit = 100, später das Quecksilber, dieselbe Eigenschaft dieses Metalles = 1 setzend. In beiden Fällen gaben die Zahlenwerte für die übrigen Metalle in ihren Stellen vor dem Komma ein leidlich übersichtliches Bild der verschiedenen Leitungsfähigkeiten. Die Fixierung der Leitungsfähigkeit des Silbers auf die Einheit hat dagegen den Übelstand, daß die der anderen Leiter sich durch echte Dezimalbrüche ausdrücken, welche, besonders wenn die Angaben in mehr und weniger Dezimalstellen je nach der Genauigkeit der Ermittlung geliefert sind, die vergleichende Übersicht sehr erschweren. Denselben Mifsstand liefert im praktischen elektrischen Maßsystem die Formel

$$w = c \cdot \frac{1}{10000 \cdot q}$$

für die Größen c als spezifische Widerstände, wie sie beispielsweise in dem bereits erwähnten Kalender für Elektrotechniker angeführt sind. Viel übersichtlicher würde die Formel

$$w = \frac{l}{10000 \cdot q \cdot \lambda}$$

die Werte für λ geben, bei denen nur der Wert für Wismut, welches sich aber zu Draht nicht ziehen läßt, kleiner als 1 ausfallen würde.

Die Wahl der Leitungsfähigkeit des Quecksilbers zur Einheit hat zwar den großen Vorteil, daß dieses Maß ein konstantes und jeder Zeit mit großer Genauigkeit reproducirbares ist, es ist aber für die Technik von geringer Bedeutung, da dieselbe keine Quecksilberleiter anwendet. Die Hauptverwendung dieses Metalles seitens der Technik beschränkt sich vielmehr hauptsächlich, und zwar trotz seiner geringen Leitungsfähigkeit merkwürdiger Weise, auf die Herstellung fast widerstandsloser Leitungsteile, nämlich die der Übergangswiderstände in der Form von Quecksilbercontacten.

Mein Vorschlag geht nun dahin, an Stelle der Leitungsfähigkeiten die spezifischen Widerstände zu setzen und zwar bezogen auf den spezifischen Widerstand des Kupfers. Ich begründe meinen Vorschlag durch folgende Betrachtungen:

Die Verwendung des Kupfers ist die weitaus größte von allen Leitern in der Elektrotechnik und in Folge dessen seine Leitungsfähigkeit die allbekannteste. Das Kupfer hat daher hier die gleiche Bedeutung als das Wasser bei der Fixirung der spezifischen Gewichte und der spezifischen Wärmen der Körper, oder als die Luft bei der Fixirung der Schallgeschwindigkeiten, der spezifischen Gewichte und Wärmen der Gase, der spezifischen Inductionscapacitäten der Isolatoren etc. Auch die Constanz dieses Maßes ist bei der heutigen Fabrikationstechnik eine für die Elektrotechnik mehr als genügend verbürgte. Wohl kein Metall, selbst die Edelmetalle eingeschlossen, wird in so großen Mengen von solcher Reinheit dargestellt, als das Kupfer. Da nun zugleich die Leitungsfähigkeit dieses dem Elektrotechniker unentbehrlichsten Metalles größer ist als die aller übrigen Leiter, mit Ausnahme des wenig in der Elektrotechnik verwendeten Silbers, so lassen sich die spezifischen Widerstände der übrigen technischen Leiter approximativ durch ganze Zahlen ausdrücken, welche den vorher erwähnten Vorteil der raschen Übersichtlichkeit gewähren, sofern man den spezifischen Widerstand des Kupfers = 1 setzt. Wünscht man

noch eine Tabelle der Leitungsfähigkeiten, so setze man die des Kupfers = 100 oder = 1000 und genießt den gleichen Vorteil.

Nachstehend gebe ich eine Tabelle der spezifischen Widerstände und der Leitungsfähigkeiten einiger bekannter Stoffe, bezogen auf Kupfer.

Namen der Stoffe	spez. Widerstand Kupfer = 1	Leitungsfähigkeit. Kupfer = 1000.
Silber	0,96	1042
Kupfer	1	1000
Gold	1,31	763
Aluminium	1,85	541
Zink	3,58	279
Platin	5,77	173
Eisen	6,20	161
Nickel	7,90	127
Zinn	8,40	119
Blei	12,50	80
Neusilber	12 bis 20	83 bis 50
Platinsilber	15,70	64
1 Pt + 2 Ag		
Nickelin	25 bis 30	40 bis 33
Antimon	27,00	37
Quecksilber	60	16 ² / ₃
Wismut	83,50	12

Die vorstehende Tabelle findet sogleich Verwendung bei der Aufgabe, welcher diese Zeilen hauptsächlich gewidmet sind. Indem ich also nach der stattgehabten Diversion auf das ursprüngliche Thema zurückkomme, gebe ich nachstehend zunächst die Formeln zur Berechnung der Temperaturerhöhung elektrischer Leiter durch den Strom während der ersten Sekunde nach Stromschluß und darauf die Tabellarisirung derselben für Kupferdrähte bis zur Dicke von 1 mm und die Stromstärke von 1 Amp.

Die Wärmemenge C , welche von dem Strom i in einem Leiter von der Länge l , dem Querschnitt q (cm als lineare Einheit) und dem spezifischen Widerstand r in den ersten t Sekunden entwickelt wird, ist ohne Rücksicht auf Wärmeausstrahlung:

$$C = \frac{l \cdot r \cdot i^2 \cdot t}{10000 \cdot q} \cdot 0,24014 \begin{cases} \text{Gramm} \\ \text{Celsius.} \end{cases}$$

Die hieraus resultirende Temperaturerhöhung T ergibt sich, wenn c die spezifische Wärme, δ das spezifische Gewicht bezeichnet zu

$$T = \frac{0,24014 \cdot i^2 \cdot r}{10000 \cdot q^2 \cdot \delta \cdot c} \cdot t$$

oder wenn man den Durchmesser d einführt zu

$$T = \frac{0,24014 \cdot i^2 \cdot 16 \cdot r \cdot t}{10000 \cdot d^4 \cdot \pi^2 \cdot \delta \cdot c} = 0,00003893 \cdot \frac{r}{\delta \cdot c} \cdot \frac{i^2}{d^4} \cdot t$$

Der Wert r bezieht sich hier auf das praktische elektrische Maßsystem. Setzt man dafür bei

der mittleren Temperatur von 20 Grad C. die Zahl 0,017 für Kupfer, $\delta = 8,86$, sowie $c = 0,0952$ für dasselbe Metall, so wird

$$T = 0,0000007846 \cdot \frac{i^2}{d^4} \cdot t.$$

In dieser Formel ist T in Celsiusgraden, d in Centimetern und i in Amp. ausgedrückt. Wählt man für den Drahtdurchmesser das Millimeter als Mafs, so ist

$$T = 0,007846 \cdot \frac{i^2}{d^4} \cdot t.$$

Nach letzterer Formel ist die folgende Tabelle berechnet, indem $t = 1^s$; $i = 1$ Amp. gesetzt ist.

(Nachdruck verboten)

mm	d in mm.								
100	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
,00	78,46	4,904	0,9687	0,3065	0,1255	0,0605	0,0327	0,0191	0,0120
,01	53,59	4,034	0,8496	0,2777	0,1160	0,0567	0,0309	0,0182	0,0114
,02	37,84	3,349	0,7483	0,2521	0,1073	0,0531	0,0292	0,0174	0,0110
,03	27,47	2,804	0,6616	0,2295	0,0995	0,0498	0,0276	0,0165	0,0105
,04	20,42	2,365	0,5871	0,2093	0,0923	0,0468	0,0262	0,0158	0,0100
,05	15,50	2,009	0,5228	0,1913	0,0857	0,0440	0,0248	0,0150	0,0096
,06	11,97	1,717	0,4671	0,1752	0,0798	0,0413	0,0235	0,0143	0,0092
,07	9,394	1,476	0,4186	0,1608	0,0743	0,0389	0,0223	0,0137	0,0089
,08	7,474	1,276	0,3763	0,1478	0,0693	0,0367	0,0212	0,0131	0,0085
,09	6,020	1,109	0,3391	0,1361	0,0648	0,0346	0,0201	0,0125	0,0082

Diese Tabelle enthält also die Temperaturerhöhung in Celsiusgraden eines Kupferdrahtes von dem Durchmesser $d = 0,10$ bis $1,00$ mm, welche der Strom von 1 Amp. in ihm in der ersten Sekunde nach Stromschluss erzeugt. Die Temperaturen liegen zwischen 78 Grad und 0,0078 Grad C. Der zweite Grenzwert ist 10^4 mal kleiner als der erste, entsprechend einem 10mal gröfserem Durchmesser. Die Tabelle ist aber auch für gröfsere Drahtstärken als 1 mm verwendbar, wenn man sich die Argumente, d. h. die Durchmesser mit 10, 100 etc. multipliziert und die Werte der Tabelle entsprechend durch 10000, 100000000 etc. dividirt denkt.

Da die Temperaturerhöhung der Drähte der Dauer des Stromschlusses innerhalb der ersten Sekunden proportional ist, diese aber oft bis auf 10 Prozent ungenau bestimmt wird, so kann die Tabelle überhaupt nicht dazu dienen, genaue Angaben zu liefern. Aus diesem Grunde ist dieselbe aber auch verwendbar für die approximative Ermittlung der Erwärmung von Drähten, welche aus anderen Metallen hergestellt wurden. Es ist dabei nur noch nötig, die im Vorigen gegebene Formel

$$T = \frac{0,00003893 \cdot r}{\delta \cdot c} \cdot \frac{i^2}{d^4} \cdot t$$

so zu verändern, dafs die Werte r, δ und c sich auf Kupfer beziehen, sodafs also der

Quotient $\frac{r}{\delta \cdot c}$ ebenfalls auf Kupfer bezogen ist.

Es sei dieser Quotient für ein anderes Metall = R, so wird die vorige Formel jetzt heifsen:

$$T = 0,007846 \cdot R \cdot \frac{i^2}{d^4} \cdot t,$$

wenn zugleich das mm als Mafs für den Durchmesser gilt.

Die Werte R habe ich für die zuvor genannten Leiter berechnet, sie sind:

Werte von R.			
Kupfer	1,00	Neusilber . .	13 bis 21
Silber	1,35	Zinn	17,26
Gold	1,76	Platinsilber .	21,5
Aluminium . .	2,73	Nickelin . . .	24 bis 29
Zink	4,39	Blei	29,4
Eisen	5,96	Antimon . . .	66,7
Nickel	6,54	Quecksilber .	112
Platin	7,13	Wismut . . .	233

Die Vergleichung dieser Zahlen mit den weiter oben gegebenen spezifischen Widerständen bezogen auf Kupfer zeigt den Einfluss der spezifischen Wärme in Gemeinschaft mit dem spezifischen Gewicht auf die Temperaturerhöhung.

Der Gebrauch der Tabelle für Kupferdrähte bedarf kaum der Erläuterung, für andere Metalle dienen die folgenden Vorschriften:

In der Formel

$$T = 0,007846 \cdot R \cdot \frac{i^2}{d^4} \cdot t$$

kommen fünf veränderliche Gröfsen vor, von denen jede sich aus den vier anderen bestimmen läfst. Für die Gröfsen i und t kann man in vielen Fällen zur Vereinfachung der Rechnung Potenzen von 10 wählen, es bleibt alsdann nur eine kleine Hilfsrechnung mit den Werten

von R vorzunehmen, um die Anwendbarkeit der Tabelle zu verallgemeinern.

Es sei

1. Gesucht: T. Gegeben: R, i, d und t. Man multipliziere das Produkt $R \cdot i^2 \cdot t$ mit dem neben dem betreffenden d stehenden Werte der Tabelle, das Resultat ist = T.
2. Gesucht: t. Gegeben: R, i, d und T. Man berechne $\frac{T}{i^2 R}$ und dividire dies durch den neben d stehenden Tabellenwert, das Resultat giebt die Zeit, nach welcher die gestattete Temperaturerhöhung T erreicht wird.
3. Gesucht: i. Gegeben: R, t, d und T. Man dividire den Wert $\frac{T}{t \cdot R}$ durch den in der Tabelle neben d stehenden. Aus dem erhaltenen Quotienten ziehe man die Quadratwurzel, so erhält man die Stromstärke.
4. Gesucht: d. Gegeben: R, t, i und T. Man suche den Quotienten $\frac{T}{R \cdot i^2 \cdot t}$ in der Tabelle, das zugehörige d ist der gesuchte Drahtdurchmesser.

Der 5. Fall, in welchem R, d. h. ein bestimmter Leiter gesucht wird, welcher den gegebenen Größen d, T, i und t entspricht, kommt in der Praxis nicht vor.

Beispiel ad 1. Der Strom 2 Amp. durchlaufe hintereinander einen Kupferdraht von 0,85 und einen eben so dicken von Wismut 10 Sekunden lang. Wie groß ist die Temperaturerhöhung in beiden Drähten?

Die Werte $R \cdot i^2 \cdot t$ sind für beide Metalle resp. 40 und 9320. Dieselben mit der unter 0,85 stehenden Zahl: 0,0150 multipliziert liefert T = 0,6 resp. 139,8 Grad Celsius (abgesehen natürlich von der Wärmeausstrahlung).

Beispiel ad 2. Wie lange darf der Strom 10⁻¹ Amp. einen Neusilberdraht (R = 15 angenommen) von 0,2 mm Dicke durchlaufen, wenn die Erwärmung nicht über 1 Grad C. gehen soll? Es ist

$$\frac{T}{i^2 \cdot R} = \frac{1}{15 \cdot 10^{-2}} = \frac{100}{15}$$

Diese Zahl dividirt durch 4·904, welche in der Tabelle neben 0,2 steht oder rund durch 5 giebt 1,3 Sekunden.

Beispiel ad 3. Welche Stromstärke darf man durch einen Platinsilberdraht von 0,5 mm Dicke senden, ohne denselben in 10 Sekunden mehr als um 0,1 Grad C. zu erwärmen?

Es ist

$$\frac{T}{t \cdot R} = \frac{0,1}{10 \cdot 21,5}$$

für d = 0,5 giebt die Tabelle 0,1255 und es ist

$$i = \sqrt{\frac{0,1}{10 \cdot 21,5 \cdot 0,1255}} = \sqrt{\frac{1}{171}} = \frac{1}{13} \text{ Amp.}$$

1. Beispiel ad 4. Welche Dicke muß ein Kupferdraht haben, wenn der Strom $\frac{1}{10}$ Amp. während 20 Sekunden nur eine Temperaturerhöhung von 1 Grad C. hervorbringen soll und welche Dicke muß ein Neusilberdraht (R = 15) haben, welcher durch dieselbe Stromstärke eine 10 mal größere Erwärmung erfahren darf, sodafs, da der Temperaturefficient des Widerstandes für Neusilber 10 mal kleiner als für Kupfer ist, das Widerstandsverhältnis beider Leiter auch bei mäfsiger Erwärmung durch den Strom constant bleibt?

Für Kupfer ist der Wert $\frac{T}{R \cdot i^2 \cdot t} = \frac{1}{10^{-2} \cdot 20} = 5$

und für Neusilber = $\frac{10}{15 \cdot 10^{-2} \cdot 20} = 3,333$. Diesen Größen entsprechen die Durchmesser 0,2 mm für Kupfer und 0,22 mm für Neusilber.

2. Beispiel ad 4. Der Strom von 80 Amp. soll in einem Neusilberdraht während einer Minute eine Temperaturerhöhung von höchstens 1 Grad C. erzeugen. Wie dick muß der Draht sein, wenn R = 20 ist?

Es ist

$$\frac{T}{R \cdot i^2 \cdot t} = \frac{1}{20 \cdot 6400 \cdot 60} = 0,000001302$$

Diese Zahl, mit 100⁴ multipliziert, findet sich in der Tabelle bei 0,155 mm. Der erforderliche Durchmesser ist daher 15,5 mm.

Das Mikrophon von Mix & Genest.

In der Reichs-Telegraphen-Verwaltung wird gegenwärtig ein von Mix & Genest in Berlin konstruiertes Mikrophon, welches sich durch seine Lautgebung auch auf längeren Leitungen und Kabelleitungen vorteilhaft auszeichnet, vielfach verwendet.

Die Konstruktion des neuen Mikrophons ist aus der Erwägung hervorgegangen, einmal eine zu leichte Verstellbarkeit, wie die des Bell-Blake Mikrophons zu vermeiden und ferner ein Kohlenmikrophon herzustellen, welches vermöge besonderer Lagerung seiner Teile die Entstehung von schnarrenden Nebengeräuschen ausschließt.

Bei dem Ader-Mikrophon, dessen Kohlenwalzen bekanntlich in ihren an einer geeigneten Fläche befestigten Haltern lose liegen, entsteht durch Erschütterungen eine rollende Bewegung der leicht beweglichen Walzen in ihren Lagern, wodurch die schnarrenden Geräusche auftreten.

Um solche rollende Bewegungen zu vermeiden, haben z. B. schon Schäfer & Montanus (Frankfurt) bei ihrer Abänderung des Ader Mikrophons die einzelnen Walzen mit kleinen Metallstäbchen beschwert, welche

in der Mitte der Walzen senkrecht zur Axe derselben eingelassen sind und durch ihre Schwere eine ruhigere Lage begünstigen.

Bei Ader-Mikrophonen mit senkrecht stehender Sprechplatte wird der Einfluss der Walzenbewegung, welche infolge der Schwingungen der Sprechplatte selbst auftreten, so stark, daß die Verständigung aufhört. Das Mikrophon von Mix & Genest ist derart eingerichtet, daß nicht allein der Vorteil einer senkrechten Anordnung der Sprechplatte, ohne daß Bewegungen der Walzen eintreten, beibehalten werden kann, sondern daß auch die Walzen durch eine Art Bremsvorrichtung an einer Auflagerung auf den unteren Punkten der Halteraushöhlungen verhindert werden. Durch letztere Maßregel wird das Abstossen von Kohlentheilchen, welche als störende Nebenkontakte wirken, ausgeschlossen.

Auf einem gußeisernen Ringe R ist das zum Hineinsprechen dienende Mundstück T mittels Schrauben befestigt. Die aus feinadrigem Tannenholz hergestellte und gut lackirte Membrane M liegt in einer Vertiefung des Ringes und ist mit einem Gummiband versehen.

Durch die beiden Klemmen a und a₁ wird die Membrane gehalten.

Zwei auf der Membrane befestigte Kohlenhalter b b tragen in Ausbohrungen die Zapfen der Kohlenwalzen k k. Ein federnder Steg f, welcher quer über die Walzen gelagert ist, bildet die Bremsvorrichtung. An der hinteren Seite dieser Feder sitzt eine Messingplatte und zwischen dieser und den Walzen eine weiche elastische Masse d (am besten hat sich die Verwendung von Klavierflügel

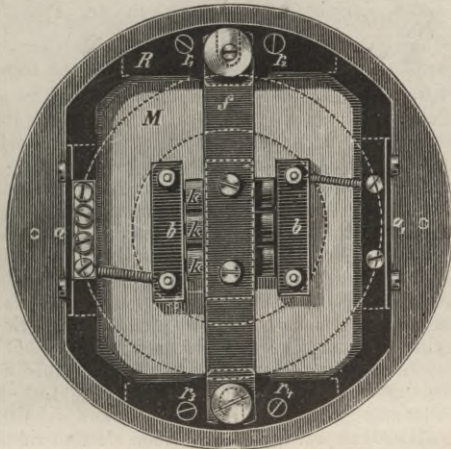


Fig. 1.

erwiesen). Mittels der Schrauben s und s₁ können die Kohlenwalzen etwas nach vorn verschoben und gegen die Halter angepresst werden, so daß ein Rollen der Walzen ausgeschlossen ist, ohne daß die genügende Beweglichkeit derselben gehindert würde.

Der Widerstand der Mikrophone mit drei Kohlenwalzen beträgt im Mittel 4,5 Ohm.

Die primäre Induktionsrolle enthält 250 Windungen 0,5 mm starken Kupferdrahtes mit einem Widerstand von 1 Ohm, die sekundäre 2900 Windungen von 0,13 mm Kupferdraht mit einem Widerstand von 200 Ohm.

Die Änderungen der Mikrophon-Widerstände durch die Federregulierung finden nur in geringen Grenzen statt.

Die Lautgebung durch den beschriebenen Apparat ist eine sehr reine und selbst auf längeren oberirdischen Leitungen aus Eisendraht (bis zu 200 km) eine gute.

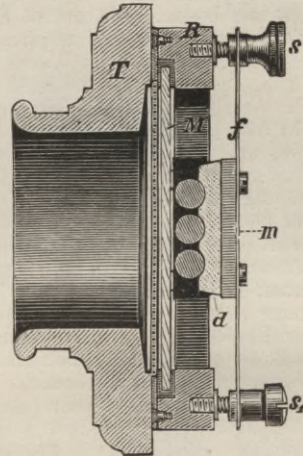


Fig. 2.

In reinen Kabelleitungen wurde noch Verständigung auf 25 km erzielt. Die Regulierung des Apparates ist für die verschiedenen Betriebsverhältnisse leicht und sicher zu bewirken.

Die Firma stellt das Mikrophon auch in kleinerer Form mit nur einer Kohlenwalze her und zwar direkt mit einem Telephon verbunden. Grawinkel.

Die Fabrikation der Glühlampe.

Von R. Scharfhausen.

(Fortsetzung.)

Karbonisiertes Amyloid.

Die besten homogenen Kohlen bestehen neuerdings ausnahmslos aus Amyloid. Lane-Fox war der erste, welcher sich ein diesbez. Verfahren patentieren liess, und zwar benutzte er: „vulcanised fibre“, welche mit Chlorzink behandelt wurde.

Unabhängig von Lane-Fox arbeitete Swan ein Verfahren zum Pergamentisieren von Papier und Baumwolle aus. Cellulose ist der einzige Bestandteil von Stoffen wie Papier, Baumwolle, Leinen etc. und durch geeignete Behandlung soll nun eine Substanz von gleicher chemischer Zusammensetzung, aber sehr verschiedenem physikalischen Charakter erhalten werden. Der unter dem Namen Pergamentpapier bekannte Stoff wird durch Eintauchen von Papier in konzentrierte Schwefelsäure erhalten. Die Säure scheint das Papier teilweise aufzulösen und so die Struktur zu zerstören. Ist dieser Punkt erreicht, so wird die weitere Einwirkung der Säure durch Auswaschen verhindert. Der gleiche Zweck kann auch durch verschiedene andere Chemikalien erreicht werden; immer aber ist das Produkt das gleiche, Amyloid. Cellulose hat die chemische Zu-

sammensetzung $C_6 H_{10} O_5$ oder eines Multiples hiervon. Sie enthält daher die Elemente des Wassers, verbunden mit Kohle. Es folgt daraus nicht, daß H und O in Form von Wasser vertreten sind, doch ist die Annahme, daß dieses in gewissem Maße doch der Fall ist, sehr wahrscheinlich. Denn wenn Baumwolle in konzentrierte Schwefelsäure getaucht wird, scheint die Säure Wasser aufzunehmen und eine Verbindung zu bilden, welche in Säure von der verwendeten Stärke löslich ist. Wird dann die Einwirkung durch Zufügung von Wasser unterbrochen, so scheint die Verbindung ebenfalls Wasser aufzunehmen und wird zur Praecipitation gebracht. Welches die Zusammensetzung des teilweise in der Säure gelösten Körpers ist, ist nicht bekannt; vermutlich wird das durch die Säure entzogene Wasser nachher beim Verdünnen wieder ersetzt und es bleibt so die chemische Zusammensetzung die gleiche. Es ist dieses um so wahrscheinlicher, als auch andere Körper in ähnlicher Weise auf Cellulose wirken, welche untereinander keine Verwandtschaft haben; außer ihrer starken Affinität für Wasser. Verbleibt die Baumwolle zu lange in der Säure, so entsteht Dextrin, welches sich von dem auf gewöhnliche Weise aus Stärke er-

haltenen nur dadurch unterscheidet, daß es die Polarisationssebene links, anstatt wie dieses rechts dreht.

Für die Herstellung der Kohle ist der Schwefelsäureprozess der wichtigste und mag daher zuerst beschrieben werden.

Konzentrierte Schwefelsäure wird mit soviel Wasser verdünnt, daß die Mischung ein spezifisches Gewicht von 1,64 zeigt. Die Baumwolle soll eine möglichst lose Textur haben, dabei aber so gleichmäßig als irgend möglich sein. Für gewöhnliche 50 Volt Lampen entspricht Nähgarn No. 8 am besten. Die größte Schwierigkeit bei dem nun folgenden Prozess besteht darin, den Faden genau im richtigen Augenblick ins Wasser zu bringen. Wird er zu früh ausgewaschen, so ist die organische Struktur noch nicht vollständig zerstört, während er, wenn er nicht früh genug gewaschen wird, in Stücke zerfällt. Wird, um diese Übelstände zu mildern, die Säure schwächer genommen, so erfolgt die Umwandlung nicht so vollständig. Bei der fabrikmässigen Herstellung wird daher der Faden, von einer Rolle kommend, unter einer Art Glasbrücke durch die Säure geführt und dann durch große Trommeln aus Kupferdrahtgaze aufgenommen und unter Wasser aufgerollt. Die Trommel erhält ihre schraubenförmige Bewegung von der Betriebsmaschine. Die Dauer der Einwirkung der Säure kann also durch die Länge des Bades und durch die Entfernung zwischen Säure und Wasserbad reguliert werden.

Da Säure von dieser Stärke sehr begierig Wasser aus der Luft anzieht, muß das Bad möglichst dicht verschlossen werden. Ein Zusatz von Metaphosphorsäure zum Bade ist aus verschiedenen Gründen vorteilhaft.

Nachdem der Faden äußerst sorgfältig ausgewaschen ist, wird er vertikal, oder bei größeren Längen zickzackförmig aufgehängt; immer aber wird das untere Ende durch Gewichte beschwert. Er wird nun kalibriert, d. h. der Durchmesser wird auf das vorgeschriebene Maß gebracht. Diese Operation ist äußerst schwierig, da hierbei der härteste Stahl in kurzer Zeit stumpf wird, nur Ziehvorrichtungen aus Rubinen und ähnlichen Juwelen liefern einigermaßen befriedigende Resultate. Ist der Faden so auf richtigen Durchmesser gebracht, so werden fixe Längen abgeschnitten, gebogen und der Bügel ist zum Karbonisieren fertig. In diesem Zustande soll er fast transparent sein; wie eine Darmseite, im Innern keine Spur von unveränderter Baumwolle zeigen.

Das Schwefelsäureverfahren kann auch zur Umwandlung von Papier in Amyloid verwendet werden. Da aber Pergamentpapier einen Handelsartikel bildet, so dürfte es fraglich sein, ob die Anfertigung durch den Lampenfabrikanten selbst sich lohnt. Die Hauptschwierigkeit liegt hier im Zuschneiden der Streifen, denn eine Differenz von $\frac{1}{2000}$ von der normalen Größe ist schon von schädlichem Einfluß. Sehr einfach läßt sich das Papier in folgender Weise schneiden. Auf einem Zylinder von entsprechendem Durchmesser, welcher schraubenförmig rotiert, ist das Pergamentpapier befestigt und durch ein sehr scharfes Messer wird eine Spirale eingeschnitten. In den meisten Fällen ist aber ein aus dem Ganzen gestanzter hufeisenförmiger Bügel vorzuziehen. Zur Herstellung dieser Bügel sind außerordentlich genau gearbeitete Stangen und Schnitte erforderlich. Maxim stanzte M förmige Streifen aus Papier, Weston verwendet hufeisenförmige Streifen aus einem Material welches er Tamidine nennt.

Auch mit Chlorzinklösung läßt sich, wie schon erwähnt, die Umwandlung von Cellulose in Amyloid bewerkstelligen; jedoch ist das Verfahren noch weniger ausgearbeitet und daher nicht so sicher. Metaphosphorsäure läßt sich ebenfalls verwenden, sie wirkt in gleicher Weise wie Schwefelsäure, nur ungleich langsamer.

Crooke's patentirte Kohle besteht aus Amyloid, welches aus einer Lösung von Cellulose in Kupferoxydammoniak, oder durch Durchziehen von Fäden durch die Lösung erhalten wurde. Behandelt man Baumwolle mit konzentrierter Salpetersäure, so entsteht ein Substitutions-Produkt, Xyloidin. Nach vollständigem Auswaschen wird der Faden in ammoniakalischer Kupferoxydlösung gekocht. Das Hydrogen wird hierdurch wieder ersetzt und der Faden erhält seine ursprünglich chemische Zusammensetzung. Im Laboratorium bewährte sich dieses Verfahren recht gut; in der Praxis dagegen nicht.

Weston's Verfahren ist folgendes:

Baumwolle wird durch eine Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure in Pyroxylin verwandelt, gut ausgewaschen und nach dem Trocknen in Äther und Alkohol gelöst. Das entstandene Collodium, welches also nur eine Auflösung von Pyroxylin ist, läßt er in flachen Schalen trocknen, so daß dünne hornige Platten entstehen. Das erhaltene Pyroxylin enthält aber noch zu viel Sauerstoff, der ihm durch Behandlung mit Kupferoxydammoniak entzogen wird. Das gewonnene Material, das Tamidine, giebt sehr gute Lampen. Swan hat ein Patent auf geprefstes Amyloid genommen. Er löst Pyroxylin in Essigsäure oder Äther und Alkohol und füllt die Lösung in eine mit einer feinen Ausflußöffnung am Boden versehene Flasche. Durch eine Luft-Kompressionspumpe wird dann die Lösung aus der Öffnung durch Alkohol geprefst, durch welchen sie zum Erstarren gebracht wird. Der gebildete Faden wird gewaschen und in der gewöhnlichen Weise mit Kupferoxydammoniak behandelt.

An Stelle von Kupferoxydammoniak verwendet man vorteilhaft das Protochlorid des Eisens, da durch erstere Lösung leicht Schwefel auf den Faden niederschlagen werden kann. Bei der Anwendung dieses Verfahrens im Großen stieß man jedoch auch auf so große Schwierigkeiten, daß die Edison-Swan Company nach wie vor den Schwefelsäureprozess verwendet. Den gleichen Zweck, die Erzeugung von Fäden aus einer Celluloselösung verfolgt das Verfahren von Mortimer, Evans, Powell und Wynne.

Nach diesem Verfahren wird Zink in Salzsäure gelöst, die Lösung mit kohlen saurem Zink neutralisiert und zum spezifischen Gewicht 1,8 eingedampft. Diese Lösung wird dann bei 100 Grad so lange mit Baumwolle versetzt, bis eine genügend dicke Masse entstanden ist. Ein mit einer dünnen Ausflußöffnung versehenes Glasgefäß wird mit der Celluloselösung gefüllt. Ist die richtige Konsistenz vorhanden, so erfolgt das Ausfließen langsam und regelmäßig; der gebildete Faden rollt sich, nachdem er die fixierende Flüssigkeit passirt und erstarrt ist, in schönster Regelmäßigkeit auf dem Boden des Gefäßes auf. Ist die Lösung zu dick, so muß sie mittels komprimierter Luft durchgeprefst werden, sind Luftblasen vorhanden, so werden diese im Vacuum entfernt. Als fixierende Flüssigkeiten können Alkohol, Äther, Essigsäure, Ammoniak, Glycerin oder Wasser verwandt werden. Nach dem Waschen und Trocknen zeigen diese Fäden hohe Politur und genaues Kaliber. Die Anglo-American Brush Company, welche das Patent erworben hat, stellt sehr gute Lampen nach dem Verfahren her. Auch aus einer Lösung von Cellulose in ammoniakalischer Kupferoxydlösung lassen sich nach analogem Verfahren Fäden pressen.

Animalische Kohle.

Auch die dieser Gruppe zugehörigen Kohlen haben, ebenso wie die vegetabilischen, keine große Verbreitung

gefunden. Mr. W. Stanley nahm vor einiger Zeit ein Patent auf ein Verfahren, Kohlenbügel aus Haaren herzustellen und fand hierzu die Haare von Chinesen als am geeignetsten. Auch Darmseiten wurden versucht. Bei allen dieser Gruppe zugehörigen Körpern ist große Vorsicht beim Karbonisiren erforderlich, da die Haare etc. bei zu plötzlichem Erhitzen leicht anschwellen und schmelzen. Der wichtigste Körper ist hier aber Seide. So gut die Lampen mit Seiden-Kohle aber auch sind — ihre Dauerhaftigkeit ist bei richtiger Anfertigung fast größer als die der Amyloidlampen — so schwierig ist andererseits ihre Herstellung im Großen, da beim Karbonisiren die Seide sehr zusammenschumpft und es daher äußerst schwierig ist, Gleichförmigkeit zu erzielen.

Besseren Erfolg verspricht das Verfahren von Mr. Ram, welches auf der Löslichkeit der Seide in Kupferoxydammoniak beruht. Das Pressen der Fäden aus dieser Lösung ist dem der Amyloidfäden gleich

Chemisch niedergeschlagene Kohle.

Mr. A. Smith erhielt ein Patent auf ein Verfahren zum chemischen Niederschlagen von Kohle. Nach der Patentbeschreibung wird ein Strom von Chlorwasserstoffsäuregas in Furfurol oder Fucosol geleitet. Furfurol ist ein Öl von derselben chemischen Zusammensetzung wie Cellulose, Zucker etc. Die Chlorwasserstoffsäure schwärzt den Furfurol und diese schwarze Flüssigkeit wird zwischen zwei, in bestimmter Entfernung fixirte Glasplatten gebracht.

Nach Verlauf eines Tages ist die Masse so weit erstarrt, daß eine Glasplatte entfernt werden kann. Aus der so erhaltenen Scheibe werden dann mittels geeigneter Messer Streifen ausgeschnitten und in der gewöhnlichen Weise karbonisirt.

Der chemische Vorgang ist einfach. Das Chlorwasserstoffgas entzieht dem Furfurol die Elemente des Wassers, so daß Kohle oder doch eine Verbindung von hohem Kohlegehalt zurückbleibt. Auch durch Einwirkung von konzentrirter Schwefelsäure auf Zucker läßt sich ein geeigneter Körper gewinnen.

Preßt man die zur Herstellung von Kohlenstäben für Bogenlampen bestimmte Masse durch entsprechend dünne Öffnungen, so erhält man die Kohlen, welche Gérard in seinen Lampen verwendet.

Das Karbonisiren.

Die präparirten Fäden werden in einem hermetisch verschlossenen Gefäße bis zur Rot- oder Weißglut erhitzt. Die Wirkung der Wärme auf Substanzen wie Amyloid besteht zunächst in einer Zersetzung und Verkohlung unter Austreibung von flüchtigen Theilen, das Resultat bei Rotglut ist dann leitende Holzkohle; wird die Temperatur noch weiter gesteigert, so wird die Kohle viel härter, erhält eine höhere Leitungsfähigkeit und scheint eine neue Zusammensetzung anzunehmen, welche einige Eigenschaften des Graphites zeigt.

Die verschiedene Beschaffenheit des Materials, welches je nach der höheren oder niederen Temperatur erhalten wird, ist sehr auffallend. Hält man eine bei Rotglut karbonisirte Faser in eine Gasflamme, so entzündet sie sich sofort und verbrennt. Bringt man jedoch eine gleiche Kohle in ein mit Kohlenwasserstoff gefülltes Gefäß und erhitzt sie durch einen starken Strom momentan bis zur Weißglut, so wird sie stahlhart und elastisch, der Widerstand verringert sich bedeutend, und ihre Verbrennbarkeit in der Flamme ist verschwunden. In gleicher Weise vermag sie keine Gase zu okkludiren. Die Art des zu verwendenden Ofens richtet sich nach der Größe des Betriebes. Für große Betriebe sind Reverberiröfen vorteilhaft, für kleinere Koks- oder Gasöfen.

Um nun aus den Amyloidfäden die gewünschten Kohlenbügel herzustellen, wird der Faden spiralförmig auf einen Rahmen gewickelt, welcher aus zwei runden dicken Lichtkohlen und zwei Holztraversen besteht. Die Fäden ziehen sich nämlich beim Karbonisiren stark zusammen, so daß durch ein geeignetes Material der Traverse, welches in gleichem Maße zusammenschumpft, diesem Umstande Rechnung getragen werden muß. Häufig ist der Abstand der beiden Kohlenstäbe so bemessen, daß eine Umwindung zwei Bügel giebt; bei der großen freien Länge können jedoch leicht Unregelmäßigkeiten vorkommen, so daß man meistens vorzieht, die Stäbe mehr zu nähern und nur einen Bügel aus jeder Windung zu machen. Die Bügel der Swanlampen werden hergestellt, indem der Faden noch einmal um den oberen Stab herumgewunden wird. In größeren Fabriken wird das Aufwinden der Amyloidfäden auf die Gestelle durch Maschinen bewirkt, auf deren Beschreibung wir hier nicht näher eingehen können. Ist die Anzahl Gestelle, welche der Tiegel (für Rotglut Gußeisen, für Weißglut Graphit etc.) faßt, bewickelt so werden dieselben in Papier eingeschlagen und eingestellt, worauf der ganze übrige frei bleibende Raum mit pulverisirter Holzkohle gefüllt und der Deckel aufgekittet wird. Wie leicht ersichtlich, hat das Papier nur den Zweck, ein Anhaften von Kohlenstaub an dem Faden, durch dessen Entfernung unnötige Arbeit verursacht würde, zu verhindern.

Die aus Amyloidscheiben gestanzten Bügel werden unter Zwischenlage von Calico in den Tiegel gefüllt, durch ein Gewicht beschwert und nach dem Verschließen des Deckels karbonisirt. Ein Zusatz von Holzkohle ist hier nicht nötig. Seide macht am meisten Schwierigkeiten, die Bügel müssen auf Blöcken aus Retortenkohle mit Baumwollfäden festgebunden werden doch so, daß die Längsbewegung nicht verhindert ist. Sie werden im Gasofen erhitzt, bis das zum Einschlagen verwendete Papier zu verkohlen anfängt; dann erst kommen sie in den großen Ofen. Diese Schwierigkeiten bereiten übrigens nur die dünnen Kohlen; dicke Kohlen für Lampen von geringer Spannung lassen sich leichter herstellen.

(Fortsetzung folgt.)

Die elektrische Beleuchtung von Eisenbahnzügen.

II.

Das System der Elektrotechnischen Fabrik Cannstatt.*)

Wie in No. 7 dieser Zeitschrift Seite 85 ff. bei der Charakterisirung des Systems Loebbecke und Oestreich

*) Die Angaben sind einem im Oktober 1886 im Verein für Eisenbahnkunde in Berlin gehaltenen Vortrage des Herr Prof. Dr. Dietrich entnommen, ebenso die Figuren.

und des der Fabrik Cannstatt schon erwähnt, wird bei dem Letzteren

die Spannung der Dynamomaschine bei wechselnder Zuggeschwindigkeit auf elektrischem Wege regulirt.

Die von einer Wagenaxe direkt durch einen Riemen angetriebene Dynamomaschine folgt bezüglich ihrer Umdrehungszahl der Anzahl der Axendrehungen des Wagens, liefert jedoch erst einen Strom für die Lampen,

wenn die Zuggeschwindigkeit mehr als 30 km beträgt. Sobald die Geschwindigkeit 30 km nicht erreicht, findet eine Trennung der Maschine von den Akkumulatoren statt und die letzteren speisen die Lampen allein. In letzterer Beziehung stimmen beide Systeme also überein.

Bei normaler Geschwindigkeit des Zuges verzweigt sich der von der Dynamomaschine gelieferte Strom in die Akkumulatoren und die Lampen; sinkt dagegen die Geschwindigkeit unter 30 km in der Stunde, so wird die Verbindung zwischen Maschine und Akkumulatoren durch einen vom Strom der Maschine beeinflussten Ausschalter aufgehoben und die Letzteren allein speisen die Lampen, bei Erreichung der normalen Geschwindigkeit tritt die Verbindung wieder ein.

Dieser selbstthätige Ausschalter ist in Figur 1 schematisch dargestellt. Die Enden eines an dem Eisenkern K befestigten Kupferbügels B tauchen in die Quecksilbernapfe Q ein. Der in der Drahtspule S

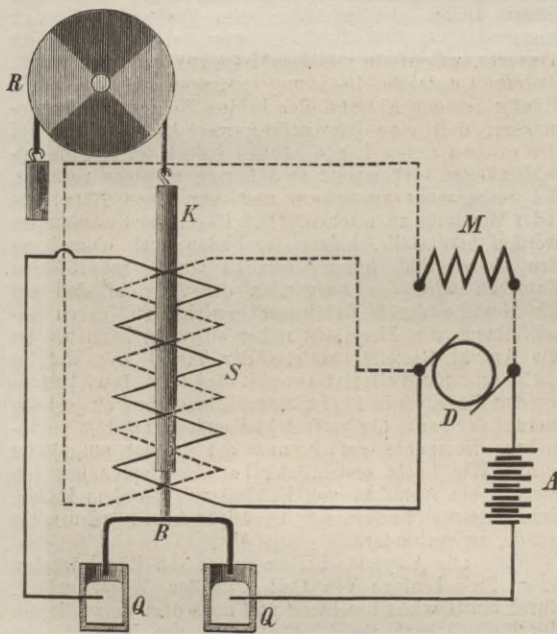


Fig. 1.

steckende Eisenkern wird durch ein Gegengewicht in die Höhe gehalten, so lange kein Strom die Spule durchfließt. Wenn der Bügel B nicht in Q eintaucht, kann, wie aus dem Stromlauf ersichtlich ist, eine Wirkung der Maschine D auf die Akkumulatoren nicht eintreten. Die Spule S besteht aus zwei Wickelungen; eine mit dickem Draht (in der Figur sind die Linien ausgezogen) liegt im Hauptstromkreise, die zweite (punktirte) mit dünnem Draht im Stromkreise des Magneten M der Maschine.

Sobald nun die Maschine infolge zunehmender Geschwindigkeit genügenden Strom liefert, zieht die dünne Spule den Kern K abwärts bis der Bügel B in die Napfe eintaucht; dann ist der Stromkreis für die Akkumulatoren geschlossen und die Maschine gibt Ladungsstrom ab. Es wird zwar dann der Strom in der dünnen Spulenwindung schwächer, dagegen tritt aber auch ein in gleichem Sinne wirkender Strom in der dicken Windung auf, sodaß der Kern S gesenkt gehalten wird. Bei abnehmendem Maschinenstrom wird der Bügel B in Folge der verminderten Spulenwirkung

eher aus den Napfen herausgehoben, als der Ladungsstrom auf Null gefallen ist.

Die Dynamomaschine ist so konstruiert, daß sie stets Strom in derselben Richtung giebt. Um dies zu erreichen, sind die Kontaktbürsten senkrecht auf den Kollektor gestellt und es werden diese in Folge der Reibung bis zu einem Anschlag in die für die Drehungsrichtung und die Stromstärke passende Stellung mitgenommen.

Bei zu großer Geschwindigkeit der Dynamomaschine muß nun, wie schon Eingangs erwähnt wurde, die Spannung selbstthätig regulirt werden. Dies geschieht durch einen Spannungsregulator (Fig. 2), welcher in seiner Konstruktion dem in Heft 7, Seite 88 beschriebenen entspricht.

An einer über die Rolle R laufenden Schnur hängt ein Eisenkern K, welcher je nach der Wirkung, die von der im Hauptstromkreis der Nebenschlußmaschine D liegenden Spule S auf ihn ausgeübt wird, mehr oder

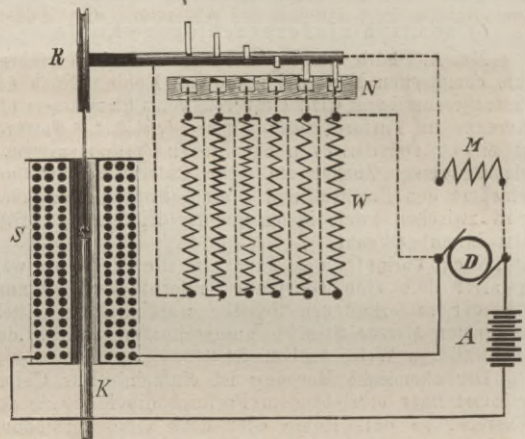


Fig. 2.

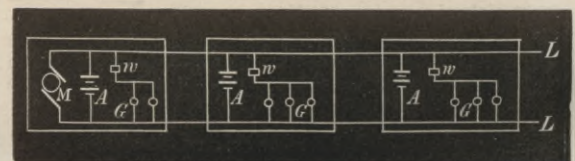


Fig. 3.

weniger in die Spule hinaufsteigt. Am anderen Ende der Schnur hängt ein passendes Gegengewicht. An der das Rad R tragenden Axe sind in Spiralstellung mehrere Schneiden eingelassen, welche je nach der Stellung der Axe in unterhalb derselben befindliche Quecksilbernapfe N eintauchen, wodurch künstliche Widerstände in den Stromkreis des Magneten der Maschine aus- bzw. eingeschaltet werden. Bei wachsender Drehungsgeschwindigkeit der Maschine wird der Kern K mehr in das Solenoid S hineingezogen und es schalten sich durch Drehung von R Widerstände in den Magnetstromkreis ein; bei abnehmender Geschwindigkeit senkt sich der Kern in Folge seines Gewichtes und es schaltet sich Widerstand aus. In dieser Weise wird bei jeder Geschwindigkeit des Zuges die normale Thätigkeit der Dynamomaschine erhalten.

Wie bereits erwähnt, verzweigt sich der Strom der Maschine in die in jedem Wagen befindlichen Akkumulatoren und in die Lampen. Die ersteren sind sämtlich unter sich parallel geschaltet, die Glühlampen ebenfalls, jedoch in der in Figur 3 angedeuteten Weise.

Wenn nun beim Langsamfahren des Zuges der Strom der Maschine sinkt, so geschieht dies wesentlich in den Akkumulatoren, bei einer gewissen Geschwindigkeit genügt der Strom noch eben für die Lampen, während die Akkumulatoren keinen Strom erhalten oder abgeben; sinkt der Maschinenstrom noch mehr, so tritt der vorhin beschriebene selbstthätige Ausschalter in Wirksamkeit und es erfolgt die Ausschaltung der Maschine, sodafs die Akkumulatoren nun allein die Lampen speisen.

Während die Akkumulatoren bei der Fahrt von der Maschine geladen werden, würden die Lampen einer höheren Spannung, als zulässig, ausgesetzt sein, weil die Klemmenspannung der Akkumulatoren während der Ladung höher ist, als während der Entladung. Deshalb ist Vorsorge getroffen, dafs sich, sobald die Spannung einen gewissen Grad erreicht, vor den Glühlampen der in Figur 3 gezeichnete Widerstand W selbstthätig einschaltet. Die Einrichtung ist derart, dafs durch die Wirkung einer Spule ein Kern in diese hineingezogen und dadurch der Widerstand einer Feder

die Scheibe auf der Wagenaxe, M die Dynamomaschine, A den selbstthätigen Ausschalter, R den Spannungsregulator, LL die Hauptleitungen, UU ist der Batterieumschalter, B_1, B_2 sind die beiden Batterien. Bei bestimmter Stellung des Umschalters, welche durch Bewegung einer Kurbel leicht erreicht wird, ist z. B. B_2 in den Stromkreis der Glühlampen geschaltet, während B_1 im Maschinenstromkreis liegt. Alle Batterien B_1 der Wagen sind nunmehr in Parallelschaltung zum Laden bereit. Damit während der Fahrt dann eine regelmäßige Ladung stattfindet, bzw. eine Entladung vermieden wird, ist sowohl die Wirksamkeit des Ausschalters A als auch des Spannungsregulators R notwendig.

Diese Einrichtung ist zwar etwas kompliziert und in Folge der Aufstellung der zweiten Batterie auch teurer, als die erstgenannte Einrichtung, man erreicht aber das Ziel, die Lampen von der Zugbewegung ganz unabhängig zu machen und damit ein vollkommen ruhiges Licht.

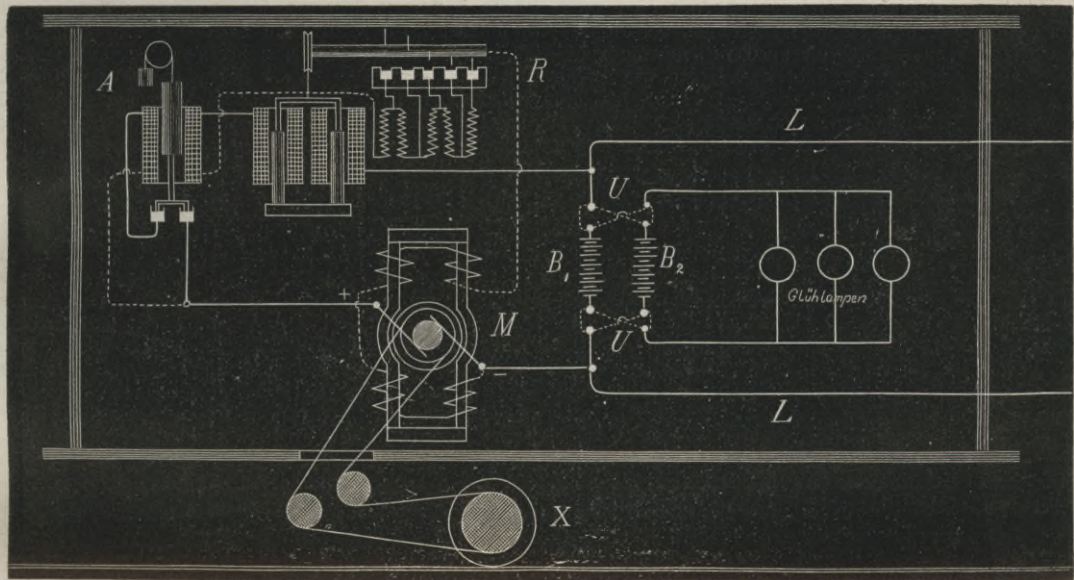


Fig. 4.

überwunden wird, welche einen Kontakt öffnet oder schließt. Bei erhöhter Spannung wird die Feder gehoben und durch Aufhebung des Kontaktes gelangt der Widerstand W zur Einschaltung, welcher den Spannungsüberschuß aufnimmt.

Um bei einem Zuge die Lampen von der Thätigkeit der Maschine ganz unabhängig zu machen, hat die elektrotechnische Fabrik Cannstatt in einem zwischen Stuttgart und Hall fahrenden Zuge in jedem Wagen zwei Akkumulatoren-Batterien aufgestellt. Die eine Batterie jedes Wagens ist in die Hauptleitung eingeschaltet und wird während der Fahrt von der Dynamomaschine geladen, die zweite Batterie jedes Wagens speist die Lampen. Ist die zweite Batterie erschöpft, so stellt der Schaffner durch Drehung einer Kurbel eine Umschaltung her, derart, dafs die geladene Batterie eingeschaltet wird, während die teilweise entladene nunmehr in den Stromkreis der Maschine gelangt.

Die Einrichtung dieser Art veranschaulicht das Schema der Figur 4, welches außerdem ein Bild der gesamten Anordnung der Apparate giebt. X bedeutet

Es erübrigt nunmehr, noch einige Angaben über den Kostenpunkt zu geben. Gegenüber den Kosten, welche die fast allgemein eingeführte Gasbeleuchtung der Züge erfordert, stellen sich die Kosten der Gasbeleuchtung höher als diejenigen für die elektrische Beleuchtung.

Die Kosten der vollständigen maschinellen Einrichtung des Gepäckwagens betragen zunächst 3000 bis 4000 Mk., während die Kosten der Beleuchtungseinrichtung eines Personenwagens je nach Art und Zahl der Lampen

für das System mit einer Akkumulatoren-Batterie 500 bis 600 Mk.,
für das System mit zwei Batterien 650—850 Mk. erreichen.

Von der Elektrotechnischen Fabrik Cannstatt liegt eine spezielle Berechnung der Betriebskosten für die Beleuchtung eines aus 14 Wagen zusammengestellten Eisenbahnzuges vor, bestehend aus

2 Gepäckwagen	1 kleiner Wagen II. Kl.,
2 Wagen I. und II. Kl.,	6 Wagen III. Kl.,
1 großer Wagen II. Kl.,	2 Postwagen.

Je nachdem die Wagen mit 63 Lampen von 5 und 3 NK oder nur mit solchen von 3 NK ausgerüstet waren, die Postwagen teilweise mit Lampen von $12\frac{1}{2}$ NK, (im ersteren Falle 63 Lampen mit 295 NK, im zweiten 39 Lampen mit 193 NK) und je nachdem 2 oder 1 Serie Akkumulatoren verwendet wird, endlich je nachdem die Lampen während der Fahrt nur durch Akkumulatoren oder nur während langsamer Fahrt und während des Stillstandes des Zuges durch Akkumulatoren gespeist werden, betragen die Kosten bei 2100 Brennstunden im Jahr (einschl. Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitales)

pro Betriebsstunde 1,38 — 2,39 Mk.,
pro Normkerze und Stunde 0,60 — 0,91 Mk.

während die Gasbeleuchtung nach den Mittheilungen in der Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (1885 S. 243) kostet

bei der Bahn Paris-Lyon 1,16 Pf.)
" " Gotthard-Bahn 1,43 " } pro Stundenkerze.
bei den Preufs. Staatsbahnen 1,02 " }

Dabei hat die elektrische Beleuchtung der Züge nicht allein den Vorteil, daß sie weit besser ist, als die Gasbeleuchtung, sondern daß sie auch vollkommen unabhängig ist von teuren, stationären Anlagen, wie solche die Gaserzeugung erfordert und daß sie geringere Ausgaben an Personal verursacht.

Wenn nun des ungeachtet die Eisenbahnverwaltungen

bisher nicht dazu übergegangen sind, in ausgedehnterem Maße die Einführung der elektrischen Beleuchtung der Eisenbahnzüge zu bewirken, so liegt dies jedenfalls an dem Umstande, daß man sich scheut, nachdem mit großen Kosten die Beleuchtung der Züge mit Gaslicht durchgeführt worden ist, nunmehr diese kostspieligen Anlagen wieder zu beseitigen, um ein neues Beleuchtungsmittel zu verwenden. Vom finanziellen Standpunkte aus und mit Rücksicht darauf, daß die Gasbeleuchtung den angestrebten Zweck einer genügenden Beleuchtung erfüllt, ist diese Zurückhaltung der Eisenbahnverwaltungen eine sehr gerechtfertigte zu nennen, ob indessen mit Rücksicht darauf, daß Gasentzündungen bei einem Zusammenstoß der Züge eintreten können, wie der Unfall bei Wannsee gezeigt hat, die Zurückhaltung in Betreff der Einführung des elektrischen Lichtes bestehen bleiben kann, erscheint wohl zweifelhaft. Jedenfalls ist erwiesen, daß die Gasbeleuchtung der Züge die Sicherheit eines Zuges in hohem Maße gefährden kann, während bei der elektrischen Beleuchtung eine Gefährdung vollkommen ausgeschlossen ist. Es ist daher wohl anzunehmen, daß schon im Interesse der Sicherheit des reisenden Publikums die elektrische Beleuchtung der Eisenbahnzüge sich allmählich Bahn brechen wird und muß.

Schließlich fügen wir hinzu, daß neuerdings das vorbeschriebene System auch für einen Zug der Main-Neckarbahn seitens der Fabrik Cannstatt zur Einrichtung gelangen soll. Grawinkel.

Kleine Mitteilungen.

Internationaler Wettstreit für Wissenschaft und Kunst in Brüssel. Die für das Jahr 1888 geplante Ausstellung (vgl. vorige Nummer der Rundschau) wird in den Abteilungen 47 a bis e betreffen: Lehrfach der elektrischen Gebiete, Meßinstrumente, wissenschaftliche Anwendungen der Elektrizität, Blitzableiter — elektrische Maschinen, Kraftübertragung auf weite Entfernungen, Verteilung elektrischer Energie, Transformatoren — Telegraphie, Telephonie, Leitungen und Kabel — Bogen- und Glühlampen — Elemente, Akkumulatoren, Anwendungen zu industriellen Zwecken (Elektrochemie, Metallurgie, Galvanoplastik), Eisenbahnsignalwesen. Die Anmeldungen sollen schon recht zahlreich sein. Wie für die im Jahre 1889 beabsichtigte Pariser Ausstellung soll auch in Brüssel ein Turm von 300 m Höhe errichtet werden.

Die Geschäftsführung der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wiesbaden beginnt soeben mit der Versendung der Programme. An sämtliche Ärzte Deutschlands gelangt das Programm durch Vermittelung des ärztlichen Centralanzeigers. An die Vertreter der Naturwissenschaften an Universitäten, Polytechniken, landwirtschaftlichen Hochschulen, Versuchsstationen, in der praktischen Pharmacie und in der Industrie wird das Programm unter Streifband verschickt, soweit sich die Adressen mit Hilfe der Universitätskalender etc. ermitteln lassen. Diejenigen Interessenten, welchen etwa das Programm nicht zugehen sollte, werden deshalb gebeten, sich wegen Zusendung an die Geschäftsführung in Wiesbaden (Kapellenstr. 11) zu wenden, welche jedem Anfragenden das Programm gerne unentgeltlich zuschickt.

Neue Bücher und Flugschriften.

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

Dr. F. Auerbach, Privatdozent an der Universität Breslau, Die Wirkungsgesetze der dynamoelektrischen Maschinen. Bd. 37 der Elektrot. Bibliothek, A. Hartleben's Verlag.

G. Glaser de Cew, Die Konstruktion der magnetoelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen. 5. Aufl., bearbeitet von Dr. F. Auerbach. Bd. I der Elektrot. Bibliothek, A. Hartleben's Verlag.

Patentanmeldungen.

6. Juni. Herstellung von Elektroden für galvanische Elemente. C. Desmazures, Paris.
9. Juni. Kontaktapparat für elektrische Wasserstandszeiger. Wilh. Köhn in Berlin
— Neuerungen in der Herstellung und Schaltung induktionsfreier Leitungen, vorzugsweise für Fernsprechanlagen. W. Christiani, Postrat in Karlsruhe.
— Neuerungen an telegraphischen Apparaten. Aug. Claude in Paris.
— Neuerungen in der Telegraphie. Th. A. Edison in Menlo Park.
— Weckapparat für Ruhestromleitungen. F. Fuchs, Tel.-Direktor in Aachen.
— Elektr. Apparat zum Prüfen der Luft auf die Gegenwart brennbarer Gase und Dämpfe. (Zusatz zur Anmeldung S. 3512.) J. W. Swan in Lauriston Bromley, England.

16. Juni. Neuerungen an dynamoelektr. Maschinen. A. J. Gravier in Paris.
— Elektromagnetischer Motor. H. Hartig in Kändler in Sachsen.
27. Juni. Neuerungen an Transformatoren. J. Goffin und P. Hohe in Brüssel.
30. Juni. Apparat zum Messen des elektr. Stromes. J. Cauderay in Lausanne.
— Elektr. Maschine. N. H. Edgerton in Philadelphia.
— Dynamoelektr. Maschine. T. A. Garret in London.
— Neuerungen an Bogenlampen. W. S. Hill in Boston.
— Regulirvorrichtung für Bogen- und Differentillampen. J. Kleissl und A. Duffek in Pilsen.
4. Juli. Kontaktvorrichtung für elektr. Uhren. H. Buchholz in Barmen.

Soeben erschien:

Der Bau, Betrieb und die Reparaturen

der

Elektrischen Beleuchtungsanlagen.

Ein Leitfaden

für

Monteure, Werkmeister, Elektrotechniker etc.

Herausgegeben von

F. Grünwald, Ingenieur.

Mit 175 Holzschnitten. Preis 3 Mk.



Elektrotechn. Neuheiten.

I^a. Taschen-Doppelakkumulatoren.

**Gustav Ravené,
Hamburg.**

(138)

Eine Maschinenfabrik ersten Ranges in Norddeutschland wünscht mit einem Elektriker in Verbindung zu treten, um nach dessen Angabe die Fabrikation v. Dynamo wie anderer elektrischer Maschinen als Spezialität aufzunehmen.

Reflektant muss durchaus erfahren sein, selbstständig arbeiten und für die auszuführenden Anlagen Garantie übernehmen können. Anerbietungen mit Angabe der Ansprüche und eines Curriculum vitae werden erb. unter No 4643 an Haasen-stein & Vogler, Hamburg. (130)

Adressen von Galvanoplastiker, Elektrotechniker, Telegraphen- und Blitzableiterbauern liefert komplet (124)
Adressen-Bureau Karl Klaus, K 61n Rh. a.

Electr.-med:

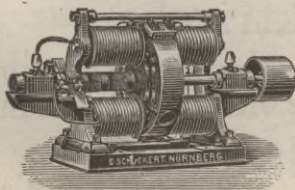
Apparate und Instrumente für Galvan.-Farad.- u. Franklinisation, Elektrolyse, Galvanokaustik u. elektr. Beleuchtg von Körperhöhlen. Reiniger, Gebbert & Schall, Universitäts-Mechaniker, Erlangen i/B. Reich illustr. Preisverzeichnis. — Vertreter i. In & Auslande — 3. Schlossplatz 3.

(105)

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 Glühlucht durch dieselbe Maschine. Kraftverbrauch im Verhältnis zur Zahl der brennenden Lampen.



Über 2500 Dynamomaschinen, mehr als 6000 Bogenlampen und ca. 60000 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.

Berghausen's

Polsucher

(zum Patent angemeldet).

Indicator zum Aufsuchen des positiven und negativen Poles einer vorhandenen Leitung (30000 Ohm Widerstand), kleines Taschenformat, daher leicht mitzunehmen. Unentbehrlich für jeden Elektrotechniker, Telegraphen-Inspektor, Monteur etc., markirt sofort sicher und weit zuverlässiger wie das Galvanometer, besonders direkt bei Dynamo-Maschinen und langen Leitungen. Elegante Ausstattung. Preis Mk. 10. (137)

Wiederverkäufer erhalten Rabatt.

August Berghausen, Elberfeld.

Technikum Fachschulen für:
Hildburghausen. Maschinentechniker
Hon. 75 Mk. Voruntr. fr. Baugewerksmeister
Prg. gr. Rathke, Dir. Bahnmeister etc.

Verlag von **Wilh. Knapp** in Halle a. S.

Das

elektrische Licht

in seiner

neuesten Entwicklung.

Von **F. Holthof,**

Hauptmann.

Mit 120 Holzschnitten. Preis 4 M.

Felten & Guillaume

Carlswerk, Mülheim am Rhein.

Fabrikanten von elektrischen Leitungen.

Telegraphendraht, verzinkt und nicht verzinkt, mit höchster Leitungsfähigkeit.

Telephondraht, verzinkter Patent-Gussstahldraht und Siliciumbronzedraht (allein berechnete Fabrikanten von Lazare Weiller's Patent-Siliciumbronzedraht).

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

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

Elektrisch-Licht-Leitungen jeder Art, flammicher und wasserdicht.

Leitungsdrähte, isolirt und umspinnen, der verschiedensten Art.

Kupferdrähte, umwickelt, für Dynamo-Maschinen.

Kupferdrähte, blank und gegläht, mit höchster Leitungsfähigkeit.

In Berlin vertreten durch **Peter Kaufmann.**

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

(97)

Nickelsalze, Nickelanoden, Cyankalium.

Sämtliche Bäder, Apparate, Utensilien und Chemikalien für Galvaniseure.

(110)

Complete Einrichtungen galvanischer Anstalten.

Dynamo-Maschinen, Elemente, Wannen, Schleif- und Polir-Maschinen.

Berlin 1883:
Erster Preis.

Dr. G. Langbein, Chem. Fabrik. Leipzig.

Nürnberg 1885:
Silb. Medaille.

Isolirte Kupfer- und Neusilberdrähte.
Leitungsmaterial und **Kabel** für alle
elektrotechnischen Zwecke.

(109)

J. Obermaier, Nürnberg.

Braunstein

präparirt zur Elemente-
Füllung

billigst bei

(78)

Christoph Gottlob Foerster,
Ilmenau in Thür.

Verlag von **Wilh. Knapp** in Halle a. S.

Die

Vewertung d. Elektrolyse

in den
graphischen Künsten.

Vortrag, gehalten am 4. November 1884
in der Photogr. Gesellschaft zu Wien

von

Ottomar Volkmer,

Major etc.

Separat-Abdr. a. d. Photogr. Korrespondenz.
Preis 1 M. 20 Pf.

F. A. HESSE SÖHNE

in HEDDERNHEIM bei Frankfurt a. M.

Kupferwalz- u. Hammerwerk, Drahtzieherei u. Nietenfabrik,

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

SPEZIALITÄTEN:

Chemisch reiner Kupferdraht für elektrotechnische Zwecke in möglichst langen
Adern mit garantirter höchster Leitungsfähigkeit, Bänder, Drahtseile, Bleche und
Anoden aus chemisch reinem Kupfer.

(115)

Hartmann & Braun

Bockenheim-Frankfurt a. M.

(früher E. Hartmann & Co., Würzburg)

empfehlen ihre elektrischen und magnetischen

Messinstrumente

von vorzüglicher Konstruktion und Ausführung für
Laboratorien und Lichtanlagen.

Elektrische Wärmemelder.

Telephonische Apparate, eigenen Systems.

Preisverzeichnisse und Illustrationen gratis.

(95)

Elektrische

(96)

Beleuchtungskohlen-Fabrik

C. Conradty, Nürnberg.