Störung zu beobachten. Dass man nicht mehr als zwei bis drei Umdrehungen per Secunde nehmen wird, leuchtet von selbst ein, will man die Zahl der Unterbrechungen vergrössern, so vergrössert man praktischer die Anzahl der Quecksilberkuppen.

Freiburg i. Br. Physik. Inst.

XIII. Ueber eine Methode zur Bestimmung des Ohm; von F. Himstedt.

(Aus den Ber. der Naturforsch. Ges. zu Freiburg i. Br. Bd. 8, Heft 2, mitgetheilt vom Hrn. Verf.)

I. Die Methode ist die von Kirchhoff. Es seien gegeben zwei galvanische Spiralen A und B . A sei mit einer Stromquelle E , einem Stromunterbrecher D_1 und zwei parallel geschalteten Widerständen R und W_0 , von denen R der in absolutem Maasse zu messende ist, zu dem primären Stromkreise verbunden. B mit einem Galvanometer G und einem zweiten Stromunterbrecher D_2 bilde den inducirten Kreis. Die beiden Stromunterbrecher bilden zusammen einen Disjunctur, welcher gestattet, entweder die Schliessungs- oder die Oeffnungsinductionsströme allein auf das Galvanometer wirken zu lassen.

Wird der primäre Strom n -mal in der Secunde unterbrochen und wieder geschlossen, so gehen bei Einschaltung des Disjunctors n Inductionsströme durch das Galvanometer und üben auf die Nadel dieses, wenn ihre Schwingungsdauer gross genug ist, in ihrer Gesammtheit dieselbe Wirkung aus, wie ein constanter Strom von der Intensität:

$$i_1 = \frac{n \cdot F \cdot I_1}{w_1}.$$

Hierin bezeichnet V das Potential der Spiralen aufeinander, I_1 die Intensität des primären Stromes, w_1 den Widerstand des inducirten Stromkreises. Sei infolge dieser Ströme die Galvanometernadel um den Winkel α_1 abgelenkt und der Reductionsfactor des Galvanometers G , so haben wir die Gleichung:

$$(I) \quad i_1 = \frac{n \cdot F \cdot I_1}{w_1} = G \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$$

Es werde jetzt der Disjuncter angehalten, der primäre Stromkreis dauernd geschlossen und der Widerstand W_0 ersetzt durch den der Leitung des zweiten Stromkreises, indem die Enden a und b an c und d angelegt werden, dann fließt durch das Galvanometer ein Strom:

$$i_2 = \frac{R \cdot I_2}{w_2},$$

wo I_2 die Intensität des Hauptstromes, w_2 gleich $w_1 + R$ ist. Ist die Galvanometerablenkung jetzt α_2 , so ist:

$$(II) \quad i_2 = \frac{R \cdot I_2}{w_2} = G \cdot \operatorname{tg} \alpha_2.$$

Haben wir ein constantes Element und ist $W_0 = w_1$, so wird $I_2 = I_1$. Aus (I) und (II) ergibt sich dann:

$$(III) \quad R = n \cdot F \cdot \frac{w_2}{w_1} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1}.$$

Ist die Spirale A ein unendlich langes Solenoid vom Querschnitt F mit nur einer Windungslage, in welcher k Windungen auf der Längeneinheit nebeneinander liegen, und besteht B aus im ganzen b Windungen, so ist:

$$(III_a) \quad \begin{cases} V = 4\pi k \cdot b \cdot F \\ R = 4\pi k \cdot b \cdot n F \cdot \frac{w_2}{w_1} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} \end{cases}$$

Ueber die Bestimmung der Zahlen k und b bedarf es keiner weiteren Bemerkung.

Die Bestimmung von n kommt bei Anwendung des von mir beschriebenen, durch das phonische Rad getriebenen Disjunctors¹⁾ auf die Ermittlung der Schwingungszahl einer

1) Himstedt, Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. 8. Heft 2. 1884. u. Wied. Ann. 22. p. 276. 1884.

electro-magnetisch getriebenen Stimmgabel hinaus, also auf eine Grösse, die sich ohne Mühe mit der geforderten Genauigkeit ermitteln lässt.

Wenn, wie vorausgesetzt, das Solenoid nur eine Windungslage hat, so lässt sich F mit derselben Schärfe direct ausmessen, wie die Fläche einer Tangentenbussole.

Das Verhältniss $\operatorname{tg} \alpha_1 : \operatorname{tg} \alpha_2$ setzt im allgemeinen die Kenntniss des Scalenabstandes voraus. Wählt man aber von vorn herein alle Grössen so, dass α_1 sehr nahe gleich α_2 , so wird mit genügender Annäherung $\operatorname{tg} \alpha_1 : \operatorname{tg} \alpha_2 = s_1 : s_2$, wo s_1 und s_2 direct die Ablesungen in Scalentheilen der Fernrohrscala sind.

Als weitere Vortheile der beschriebenen Anordnung sei es mir gestattet, noch die folgenden Punkte hervorzuheben.

Die Summation der inducirten Ströme in ihrer Wirkung auf das Galvanometer ermöglicht es, mit so schwachen Strömen zu arbeiten, dass eine Erwärmung der Widerstände durch den Strom von vorn herein ausgeschlossen ist. Infolge eben derselben Einrichtung beobachtet man am Galvanometer nur die constant gewordenen Ablenkungen, und es fällt die Bestimmung der Galvanometerfunction vollständig weg. Endlich darf als Vorzug der Methode angeführt werden, dass dieselbe unabhängig ist vom Erdmagnetismus. Derselbe fällt seinem absoluten Werthe nach aus dem Endresultate heraus, und die Variationen desselben bedürfen keiner besonderen Berücksichtigung, da die einzelnen Beobachtungen in wechselnder Reihenfolge und so schnell hintereinander angestellt werden können, dass der ganze mit dem Erdmagnetismus arbeitende Theil der Beobachtungen in höchstens 5—10 Minuten beendigt sein kann.

Nachdem ich den vorstehenden Plan zu einer absoluten Widerstandsmessung schon vollständig ausgearbeitet und auch schon die ersten Versuche über die Construction eines die Durchführung der Methode ermöglichenden Disjunctors begonnen hatte, an deren Ausführung ich leider lange Zeit vollständig verhindert war, sind die Protocolle über die Sitzungen der internationalen Conferenz zur Be-

stimmung der electrischen Einheiten in Paris erschienen, und sind in diesen die Einzelheiten auch der vorliegenden Methode fast sämmtlich aufgeführt und besprochen. Insbesondere findet sich in den Annexen zu jenen Protocollen ein Auszug einer Arbeit des Hrn. Roiti¹⁾, in welcher eine Methode empfohlen wird, die der oben angegebenen in allen wesentlichen Punkten gleich ist. Hr. Roiti schlägt die Benutzung eines neutralen, in sich zurücklaufenden Solenoids vor. Ich glaube, dass die Herstellung eines solchen von genügender Gleichförmigkeit auf grosse Schwierigkeiten stossen wird, wie solches auch schon in jenen Sitzungsprotocollen sich ausgesprochen findet.

In einem Punkte habe ich gegenüber Hrn. Roiti wohl die Methode wesentlich gefördert, indem ich nämlich einen Disjuncter²⁾ angegeben habe, der mit der bei den Messungen erforderlichen Sicherheit und Genauigkeit arbeitet, und ohne den die ganze Methode unausführbar sein würde.

II. Die beschriebene Methode lässt sich bis zu einem gewissen Grade auch ohne den immerhin nicht unbedeutenden Aufwand an Mitteln, den eine absolute Widerstandsmessung erfordert, auf ihre Brauchbarkeit prüfen, im speciellen sich darthun, dass der Disjuncter, auf dessen Anwendung die ganze Methode beruht, den gestellten Anforderungen in jeder Beziehung genügt.

Löst man die Gl. (III) für V/R auf, so wird:

$$(IV) \quad \frac{V}{R} = \frac{1}{n} \cdot \frac{w_1}{w_2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \text{Const.}$$

Variirt man die Grössen rechter Hand, unter welchen die Stromintensität mit inbegriffen ist, zwischen möglichst weiten Grenzen und erhält gut übereinstimmende Werthe für V/R , so spricht dies für die Brauchbarkeit, da ja hierbei ganz dieselben Operationen und Beobachtungen auszuführen

1) Die Arbeit selbst ist schon am 30. April 1882 Atti di Torino erschienen. Vgl. Beibl. 6. p. 815, 1882. Hr. G. Wiedemann hatte die Freundlichkeit, mir später zu einer Einsicht in einen Separatabdruck zu verhelfen.

2) l. c. p. 276.

sind, wie bei der absoluten Widerstandsmessung selbst, mit alleiniger Ausnahme der Bestimmung des Querschnittes des unendlich langen Solenoides, eine Messung, die ich der geforderten Genauigkeit entschieden für fähig erachte.

Ich habe diese Probe wirklich durchgeführt, und zwar in folgender Weise. Zuerst wurde w_1/w_2 bestimmt, dann abwechselnd nach Gl. (II) $\operatorname{tg} \alpha_2$ und nach Gl. (I) $\operatorname{tg} \alpha_1$ beobachtet, im ganzen fünf-, resp. viermal, dann wieder w_1/w_2 bestimmt. Während der ganzen Dauer des Versuches schrieb die das phonische Rad und damit den Disjunctor treibende Stimmgabel ihre Schwingungen auf eine rotirende berusste Trommel, auf welche zu Anfang und zu Ende der Beobachtungen von einem Funkeninductorium je drei Funken übersprangen, die betreffenden Secunden markirend.

Die Intensität des Hauptstromes, resp. inducirenden Stromes wurde von etwa 0,001 Ampere bis etwa 0,1 Ampère geändert. Diese Angabe beruht auf roher Schätzung aus electromotorischer Kraft und Widerstand. s_1 ist der Ausschlag in Scalentheilen, $\operatorname{tg} \alpha_1/\operatorname{tg} \alpha_2$ ist das auf Bogen corrigirte Verhältniss¹⁾ s_1/s_2 . Die Aenderungen von w_1 und damit die von w_2 sind aus der Tabelle zu ersehen, w_1/w_2 wurde so bestimmt, dass w_1 und w_2 mit demselben w_3 verglichen wurden.

Bei n sind verhältnissmässig enge Grenzen für ein Variiren gesteckt, denn n darf nicht zu gross sein, damit die Inductionsströme zu voller Ausbildung gelangen und andererseits nicht zu klein, da sonst die Schwingungsdauer des Galvanometers unbequem gross genommen werden muss. Dieselbe betrug ca. 18 Secunden. Der Magnet war durch Toepler'sche Luftdämpfung stark gedämpft.

Um auch R ändern zu können, ohne die Vergleichbarkeit der Werthe von V/R zu gefährden, stellte ich mir einen Widerstand $R_1 = 1,0027 R$ dar und substituirte dann $R_1 + R = 2,0027 R$ für R in der Leitung.

1) Zu dieser Correction genügt ein angenäherter Werth des Scalenabstandes.

$$R = 0,98.$$

	n	w_1	$\frac{w_1}{w_2}$	s_1	$\frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_2}$	$\frac{V}{R \cdot 10^5}$
1	8,1399	108,13	0,9910	232,10	1,0050	12235
2	8,1399	108,13	0,9910	404,35	1,0053	12239
3	8,1399	481,03	0,9980	181,55	0,9981	12237

$$R_1 + R = 2,0027 \cdot R.$$

	n	w_1	$\frac{w_1}{w_2}$	s_1	$\frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_2}$	$\frac{V}{R \cdot 10^5}$
1	16,6365	914,85	0,9979	247,63	1,0186	12236
2	16,6365	2240,35	0,9991	379,25	1,0171	12233
3	16,6365	4532,70	0,9996	392,05	1,0169	12237

Ich hoffe, in der nächsten Zeit die Mittel zu erhalten, nach der angegebenen Methode eine Bestimmung des Ohm auszuführen.

Physik. Inst. Freiburg i. B., Februar 1884.

XIV. *Erwiderung auf die Bemerkungen des Hrn. A. von Waltenhofen zu meinen Untersuchungen über die Magnetisirungsfunktion des Stahles; von Hugo Meyer.*

Hr. A. v. Waltenhofen hat kürzlich¹⁾ zu meinen Untersuchungen, die Magnetisirungsfunktion des Stahles betreffend²⁾, einige Bemerkungen gemacht, die mich zu folgender Erwiderung veranlassen.

Wenn ich in meinen bezüglichen Arbeiten die Aufsätze des Hrn. v. Waltenhofen „vollständig ignorirte“, so geschah das nicht etwa, weil mir Hrn. v. Waltenhofen's zahlreiche und umfassende Untersuchungen über den Magnetismus des Stahles unbekannt gewesen wären, sondern vielmehr deshalb, weil sie zu meinen Untersuchungen in keinem directen Zu-

1) A. v. Waltenhofen, Wied. Ann. 20. p. 835. 1883.

2) H. Meyer, Wied. Ann. 18. p. 233 u. 19. p. 849. 1883.