bei abnehmender Stärke der Bewegung, also bei abnehmender Tonstärke ab. Eine Vermehrung und darauf folgende Verminderung der Tonstärke ändert nichts am ursprünglichen Widerstand.

Der Widerstand während der Bewegung ist bei gleicher Tonstärke und Intensität des durchgehenden Stromes nicht abhängig von der Anzahl der Schwingungen, die die Bewegung bedingen, also unabhängig von der Tonhöhe.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. Dr. v. Beetz für seine vielfache Anregung und liebevolle Unterstützung bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

München, im März 1884.

VIII. *Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstandseinheit in absolutem electromagnetischen Maasse; von H. Wild.*

Im 32. Bande der Memoiren der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg habe ich eine im Sommer 1883 im Observatorium in Pawlowsk ausgeführte Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstandseinheit in absolutem electromagnetischen Maasse ausführlich mitgetheilt und daraus die Länge einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt abgeleitet, deren Widerstand bei 0° gleich dem der internationalen Widerstandseinheit des Ohm ist.

Ich gebe hier einen kurzen Auszug daraus und füge die Correction am Endresultate hinzu, welche eine bezügliche Bemerkung des Hrn. Dorn¹⁾ zur Folge gehabt hat.

Die Methode, die ich bei meiner Bestimmung anwandte, ist die von W. Weber angegebene, wobei die Dämpfung eines in einem Multiplicator schwingenden Magnets

1) Dorn, Wied. Ann. 22. p. 558. 1884.

beobachtet wird. Ausser W. Weber selbst haben nach derselben später noch H. F. Weber in Zürich (1877) und E. Dorn in Breslau (1882) absolute Widerstandsmessungen ausgeführt.

Ich habe diese Methode zur Umgehung der schwierigen Bestimmung des Inductionscoëfficienten und der Elimination der Declinationsvariationen in der Art modificirt, dass ich den Magnet im Multiplicator bifilar aufhing und dabei in die Transversallage, d. h. senkrecht zum magnetischen Meridian stellte, also auch den Multiplicator in diese Normale brachte. Dann ist der Widerstand W des in sich geschlossenen Multiplicatordrahts in absolutem electromagnetischen Grundmaasse gegeben durch:

$$W = \frac{M}{H} \cdot \frac{C^2}{2 T_0 \operatorname{ctg} z} \cdot \frac{1}{\pi^2} \cdot \frac{\lambda}{\sqrt{\left(1 + \frac{\lambda^2}{\pi^2}\right) \left(1 + \frac{\lambda_0^2}{\pi^2}\right)}} \sqrt{\frac{H_0 M_0 \operatorname{ctg} z_0 N}{H M \operatorname{ctg} z N_0} - \frac{\lambda_0}{1 + \frac{\lambda_0^2}{\pi^2}} \frac{H_0 M_0 \operatorname{ctg} z_0}{H M \operatorname{ctg} z}}$$

wo λ das bei geschlossenem, λ_0 das bei geöffnetem Multiplicatordraht bestimmte logarithmische Decrement, M das magnetische Moment, N das Trägheitsmoment des Multiplicatormagnets und H die Horizontalcomponente der erdmagnetischen Kraft zur Zeit der ersteren Bestimmung, M_0 , N_0 und H_0 dieselben Grössen zur Zeit der letzteren Beobachtung, T_0 die Schwingungsdauer des Magnets bei geöffnetem Multiplicator, C die sogenannte Empfindlichkeitsconstante des letzteren darstellen, und wir der Kürze halber gesetzt haben:

$\operatorname{ctg} z = \operatorname{ctg}(z_a + \zeta) \{1 + \sin \zeta \operatorname{tg}(z_a + \zeta) + \sigma [1 - z_a \operatorname{ctg}(z_a + \zeta)] + f\}$,
und $\operatorname{ctg} z_0$ sich vom vorstehenden Ausdruck nur durch Substituierung von ζ_0 statt ζ unterscheidet. Hier repräsentirt z_a den sogenannten Torsionswinkel des Bifilmagnets bei der Einrichtung des Bifilars, ζ die aus den Ablesungen an der Scala zu erschliessende Änderung dieses Winkels von jenem Moment bis zur Bestimmung des logarithmischen Decrements, λ , resp. ζ_0 die entsprechende Grösse bis zur Ermittlung von λ_0 , endlich σ eine von der Torsion der Aufhänge-

faden, f eine vom Einfluss des Eisengehalts im Multiplicator-draht abhängige Constante.

Die Grösse M/H ist, wie dies auch die beiden Weber gethan haben, einfach dadurch zu bestimmen, dass man den Multiplicatormagnet auf einen anderen unifilar aufgehängten Magnet ablenkend einwirken lässt. Geschieht dies in der ersten Hauptlage der Magnete zu einander, so ergibt sich durch Beobachtung des Ablenkungswinkels v mit Fernrohr und Scala:

$$\frac{M}{H} = \frac{E^3 \operatorname{tg} v (1 + 3 m t_e + \Theta'' + f'')}{2 [1 - \mu (t_e - t) - (n'_e - n') k']} \left(1 + \frac{p}{E^2} + \frac{q}{E^4} + \frac{r}{E^2} + \dots \right),$$

wo E die Entfernung der Mittelpunkte der Magnete, wie sie durch Abmessung mittelst eines Maassstabes vom Ausdehnungscoefficienten m bei der Temperatur t_e gefunden wurde, Θ'' das Torsionsverhältniss beim Unifilar, f'' der Eiseneinfluss des Multiplicators auf dasselbe (der neue Magnet ebenfalls im Multiplicator an Stelle des früheren aufgehängt gedacht), p , q , r etc. Constante, welche von der Vertheilung des Magnetismus in beiden Magneten der Länge (p und q) und der Quere (r) nach abhängen, μ den Temperaturcoefficient des Hauptmagnets, t_e die Temperatur desselben bei diesen Ablenkungsbeobachtungen und t diejenige bei Bestimmung des logarithmischen Decrements λ , endlich n'_e und n' die Ablesungen an einem Variationsbifilarmagnetometer zu diesen beiden Zeiten und k' den Empfindlichkeitscoefficient des letzteren darstellen.

Gewöhnlich wird von den Constanten p , q und r nur $p + r$ empirisch dadurch bestimmt, dass man in zwei verschiedenen Entfernungen E die Ablenkungen beobachtet, und q wird als klein ganz vernachlässigt. In meiner Abhandlung „Ueber die Genauigkeit absoluter Bestimmungen des Erdmagnetismus“¹⁾ habe ich bereits auf die Schwierigkeiten der empirischen Bestimmung von p sowie auf den Fehler bei Vernachlässigung des Gliedes mit q hingewiesen und gezeigt, dass es viel zweckmässiger ist, die Verhältnisse

1) Wild, Repert. f. Meteorol. 8. Nr. 7 p. 29 u. 57. Januar 1883 u. Exner, Repert. 19. p. 762 u. 20. p. 1. 1883.

der Längendimensionen der beiden Magnete so zu wählen, dass:

$$\frac{p}{E^2} + \frac{q}{E^4} = 0$$

wird. Dies ist bei meinem Apparat geschehen, und ausserdem wurden dabei nach der bezüglichen Theorie von Chwolson¹⁾ die Verhältnisse auch der Querdimensionen der Magnete so gewählt, dass $r = 0$ wurde. Die höheren Glieder sind, als sehr klein zu vernachlässigen, da: $E = 1800$ mm und die Länge L des Hauptmagnets 290 mm war.

Wegen der Kleinheit des Ablenkungswinkels v ($3\frac{1}{2}^\circ$) konnte ich ebenso die Berücksichtigung der Induction bei diesen Ablenkungen unterlassen, die sonst im Nenner des obigen Ausdrucks für M/H noch ein Correctionsglied:

$$1 + 2\nu' M'' \sin v \cdot E^{-3}$$

bedingt hätte, wo M'' das magnetische Moment des Hilfsmagnets und ν' den Inductionscoefficient des Hauptmagnets bezeichnet.

Dorn hat in den Ausdruck für W statt M/H andere viel schwieriger zu bestimmende Grössen eingeführt und dadurch die Fehlerquellen bei den Messungen beträchtlich vermehrt.

Zur Ermittlung der Multiplicatorconstanten C habe ich dagegen dieselbe Methode wie Dorn befolgt. Während nämlich die beiden Weber diese Grösse nach dem Biot-Savart'schen Gesetz aus der Form und den Dimensionen des Multiplicators und Magnets zu berechnen suchten, hat sie Dorn dadurch bestimmt, dass er den Strom einer galvanischen Batterie als Stammstrom durch eine Tangentenbussole und als schwächeren Zweigstrom durch den Multiplicator leitete und die Ablenkungen in letzterem und in der Tangentenbussole beobachtete. Mit Berücksichtigung der bifilaren Aufhängung des Multiplicatormagnets bei unserem Apparat ist:

$$C = K \frac{L \left(1 + \frac{W_m}{W_s} \right) \cdot \text{ctg } Z \cdot \sin \Phi}{4(1 + \Theta) \left(1 - \frac{b}{2} \Phi^2 \right) \text{tg } \Psi},$$

1) Chwolson, Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences 31. Nr. 10 p. 19. Mai 1883.

wo L das Verhältniss der Horizontalintensitäten am Ort des Multiplicators und dem Ort der Tangentenbussole, W_m der gesammte Widerstand des Multiplicatorzweiges, W_s der kleinere Widerstand des Nebenzweiges, θ' das Torsionsverhältniss bei der Tangentenbussole, Φ das Mittel von vier am Multiplicator und Ψ ebenso das Mittel von vier an der Tangentenbussole gleichzeitig beobachteten Magnet-Ablenkungen darstellen, wobei abwechselnd beim einen und anderen Instrument der Strom commutirt wurde, und Z ebenso das Mittel aus vier Winkeln darstellt, die durch einen analogen Ausdruck wie oben:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} z_1 = \operatorname{ctg} (z_a + \zeta_1) & \left\{ 1 + \sin \zeta_1 \operatorname{tg} (z_a + \zeta_1) \right. \\ & \left. + \sigma \left[1 - z_a \left(\operatorname{ctg} (z_a + \zeta_1) \pm \frac{\varphi_1}{2} \right) \right] + f \right\} \end{aligned}$$

gegeben sind. Hier ist ζ_1 die Aenderung des Torsionswinkels z_a des Biflars bis zum Moment der Beobachtung, abgesehen von der Ablenkung $\pm \varphi_1$ durch den Strom.

Die Grösse b repräsentirt die eventuelle Veränderlichkeit der Multiplicatorconstanten C mit dem Ablenkungswinkel φ des Magnets aus der Parallellage zu den Windungen, indem ich statt C setzte:

$$C \left(1 - \frac{b}{2} \varphi^2 \right).$$

Hat b einen erheblichen Werth — bei meinem Multiplicator war $b = 5,0942$ — so ist auch oben für λ nicht der unmittelbar bestimmte, sondern der nach der Theorie von Chwolson¹⁾ vermittelst der Grösse b auf unendlich kleine Amplituden reducirte Werth derselben einzuführen. Die Bestimmung aber von b kann nach Chwolson durch Beobachtung des logarithmischen Decrements λ bei verschiedenen Azimuten des Magnets zu den Multiplicatorwindungen geschehen.

Das Verhältniss W_m/W_s der beiden Zweige wurde bei jeder einzelnen Beobachtungsserie vermittelst der Wheatstone'schen Brücke und Siemens'scher Stöpselrheostaten

1) Chwolson, Mém. de l'Acad. Imp. d. Scienc. 28. Nr. 3. 1880.

bestimmt und dabei zugleich auch der Widerstand des Multipliers durch Siemens'sche Einheiten ausgemessen. Zu dem Ende war der Siemens'sche Stöpselrheostat wiederholt calibriert und mit zwei von Dr. O. Frölich bei Siemens und Halske in Berlin besonders sorgfältig verificirten Siemens'schen Doseneinheiten verglichen worden. Die Sicherheit dieser Messungen war grösser als 0,0001 der zu bestimmenden Grössen.

Die Bestimmung von L , das sich übrigens, wie der Eisenfreiheit des Locals halber zu erwarten war, sehr nahe $= 1$ erwies, wurde aus der Beobachtung der Schwingungsdauern eines und desselben Magnets an beiden Orten abgeleitet.

K repräsentirt die Empfindlichkeitsconstante der Tangentenbussole. Die unserige ist nach dem v. Helmholtz'schen Principe construirt, d. h. die Entfernung der mittleren Drahtwindung jeder Rolle beiderseits von der Drehungsaxe des Magnets war gleich dem halben Radius gemacht. Dann ist, wenn, wie in unserem Fall, die Poldistanz $2l$ des Magnets kleiner als $\frac{1}{10}$ des Kreisdurchmessers der Ströme ist, mit ausreichender Annäherung:

$$K = \frac{4\pi(1+2u)}{R\left(1+\frac{D^2}{R^2}\right)^{3/2}} \left\{ 1 - \frac{288 \cdot A^4}{(1+2u)125 \cdot R^4} \sum_{n=1}^{n=u} n^4 + \frac{192 \cdot A^2 l^2 (1-5\sin^2 \Psi)}{125 \cdot R^4 (1+2u)} \sum_{n=1}^{n=u} n^2 \right\}$$

zu setzen, wo D die Entfernung der mittleren Windung jeder Rolle von der Drehungsaxe, R der Halbmesser dieser Windungen (eine Lage), $1+2u$ die Zahl der Windungen auf jeder Rolle und A der Abstand der Mitten zweier benachbarter Drähte, endlich Ψ den Ablenkungswinkel des Magnets darstellen.

In unserem Falle nun, wo:

$$\begin{array}{lll} 1+2u = 15, & A = 1,825 \text{ mm}, & l = 38,7 \text{ mm}, \\ R = 505,8 \text{ mm}, & D = 252,9 \text{ mm}, & \Psi = 3^\circ 30', \end{array}$$

waren, wurden die Glieder in der Klammer höchstens 0,00001, und der Ausdruck für K wird dann einfach:

$$K = \frac{4\pi(1+2u)}{R\left(1 + \frac{D^2}{R^2}\right)^{1/2}},$$

wobei zu bemerken, dass die unmittelbar erhaltenen Werthe von R und D , welche durch Ausmessung mit einem Maassstab bei t^0 erhalten wurden, noch mit $(1 + mt)$ zu multipliciren sind, wenn m der Ausdehnungscoëfficient des Maassstabes ist.

Der Radius der Windungen wurde so gross genommen, um den Einfluss der Beobachtungsfehler zu verkleinern, und um diese selbst geringer zu machen, habe ich abweichend vom bisherigen Verfahren einen 1 mm dicken, blanken Kupferdraht auf die Rollen aufwinden lassen. Zur besseren Isolation waren die Holzrollen mit aufgeschnittenen Ebonitringen an ihrer Peripherie bekleidet, welche genau kreisrund abgedreht und dann mit einer $\frac{1}{3}$ mm tiefen Furche in einer Schraubenlinie von 1,8 mm Höhe und sechzehn Umgängen zur Aufnahme des Drahtes versehen wurden. So war es möglich, bei der Ausmessung der Durchmesser der Windungen mittelst eines Kathetometers in der That die für eine Genauigkeit von $\pm 0,0001$ des Endresultates erforderliche Sicherheit von $\partial R/R = \pm 0,00005$ oder $\partial R = \pm 0,025$ mm zu erzielen.¹⁾ Sowohl diese Länge als auch die Entfernung der Magnete bei den Ablenkungsbeobachtungen sind durch Vergleich mit dem in seinen Unterabtheilungen verificirten Normalmeter des physikalischen Centralobservatoriums, dessen ganze Länge durch das Mittel eines Etalonmeters der Academie der Wissenschaften direct auf das Archivmeter in Paris, resp. auf das künftige internationale Meterprototyp bezogen ist, in wahren Millimetern ausgedrückt worden.

Die Schwingungsdauer T_0 des Magnetes bei geöffnetem Multiplicator mass ich mit Zuhülfenahme eines Chro-

1) Beträgt der Durchmesser der Rollen blos 0,5 m, so würde also für den Halbmesser R eine Genauigkeit von $\pm 0,012$ mm erfordert. Diese Grenze ist nach meiner Erfahrung selbst bei klanken Drähten kaum erreichbar, bei besponnenen Drähten aber wird der Fehler mindestens auf das Zehnfache steigen. Hierin sehe ich eine Hauptfehlerquelle bei vielen Bestimmungen des Ohms.

nographien in der Art, dass man aus den Anfangs- und Endregistrierungen von je zwölf Durchgängen durch die Gleichgewichtslage mit einem Intervall von ungefähr 45 Minuten je zwölf Werthe von ca. 200 T_0 erhielt. Nach Reduction auf unendlich kleine Amplituden und richtige mittlere Sonnenzeit durch Beziehung auf die Normaluhr des Observatoriums in Pawlowsk erhielt man als durchschnittlichen Werth:

$$T_0 = 13,5152^s \pm 0,0003,$$

wo $\pm 0,0003$ i. e. der mittleren Fehler einer Bestimmung von T kleiner ist, als 0,00003 des ganzen Werthes.

Der Torsionswinkel Z_u des Biflars wurde jeweilen bei der Einrichtung des Biflars am Theilkreis der Suspension mit der genügenden Genauigkeit von $\pm 10''$ bestimmt. Er war im Durchschnitt: $z_a = 46^\circ 5'$. Die Winkel ζ aber haben im Maximum $13' 25''$ erreicht und sind aus den Ablesungen an der Scala des Biflars ebenfalls mit der ausreichenden Sicherheit von $\pm 1'' = \pm 0,05$ Scalentheilen ermittelt worden.

Die logarithmischen Decremente λ und λ_0 sind jeweilen aus einer grösseren Zahl einzelner Bestimmungen (30 — 40) abgeleitet worden, wobei im Durchschnitt war:

$$\lambda = 1,45705, \quad \lambda_0 = 0,00212.$$

Die wahrscheinlichen Fehler je des Endresultates bei jeder einzelnen Messungsreihe dieser beiderlei Grössen betrugen im Durchschnitt:

$$\partial\lambda = \pm 0,000097, \quad \partial\lambda_0 = \pm 0,000009,$$

welche Genauigkeit ebenfalls für eine Sicherheit des Schlussresultates für W von $\pm 0,0001$ mehr als genügend ist.

Die Torsionsverhältnisse Θ'' beim Unifilar für die Ablenkungsbeobachtungen und Θ' bei der Tangentenbussole sind in der üblichen Weise mit übergrosser Sicherheit bestimmt worden.

Die Torsionsconstante σ der Aufhängefaden beim Bifilar habe ich einmal nach dem theoretischen Ausdruck für dieselbe, und sodann am Apparate selbst empirisch durch Torsion der Faden ermittelt und dabei ebenfalls eine grössere Genauigkeit als nöthig erreicht.

Den Eiseneinfluss des Multiplicatordrahtes, der meines Wissens bisher nicht berücksichtigt worden ist und

doch am Endresultat eine erhebliche Correction — in meinem Fall 0,0060 des ganzen Werthes¹⁾ — bedingen kann, habe ich durch Drehung des Multiplicators um eine Verticalaxe und Beobachtung der dadurch am Magnet in seinem Innern bewirkten Ablenkungen bestimmt. Auch hier war die Genauigkeit eine solche, dass sie im Endresultat keinen grösseren Fehler als $\pm 0,0001$ bedingen konnte.

Auch der Temperaturcoëfficient μ des Hauptmagnets wurde mit übrig grosser Sicherheit aus den Beobachtungen am Bifilar nach der von mir angegebenen Methode²⁾ ermittelt.

Ueberhaupt war es mein Bestreben bei dieser Untersuchung, wenn immer möglich, jede einzelne der vielen auf das Endresultat influirenden Grössen mit einer Genauigkeit zu bestimmen, welche von daher für jenes eine Sicherheit von $\pm 0,0001$ des ganzen Werthes garantire. Dass mir dies durchweg gelungen ist, habe ich in meiner Abhandlung jeweilen nachgewiesen. Die verhältnissmässig grösste Unsicherheit bot die Bestimmung der Ablenkungswinkel ψ bei der Tangentenboussole und φ beim Bifilarmagnet des Multiplicators dar. Den Fehlern bei Messung dieser Winkel und dem Zusammenwirken geringerer Fehler bei Bestimmung anderer constituirender Grössen schreibe ich die etwas grösseren Abweichungen der Resultate der 9 einzelnen, voneinander unabhängigen Beobachtungserien zu. Dieselben ergaben nach Division des in absolutem Maasse erhaltenen Widerstandes des Multiplicatordrahtes durch den ebenfalls bestimmten Werth desselben in Siemens'schen Einheiten als Werth einer Siemens'schen Einheit in Ohm:

1883	Ohm	Abweichung
21. Juli . . .	0,94528	—0,00040
22. „ . . .	0,94580	+0,00012

1) Wenn man nämlich aus den verschiedenen Ausdrücken, die den Werth von W constituiren, die Factoren für den Eiseneinfluss heraushebt, so ergibt sich am Schlussresultat von daher der Correctionsfactor: $1 + f + f''$, der nach Einsetzung der Werthe von f und f'' wird: 1,00598.

2) H. Wild, Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. 19. p. 1. 1873.

	1883	Ohm	Abweichung
26. Juli . . .		0,94566	−0,00002
3. August . . .		0,94533	−0,00035
4. „ . . .		0,94565	−0,00003
5. „ . . .		0,94521	−0,00047
10. „ . . .		0,94612	+0,00044
11. „ . . .		0,94604	+0,00036
13. „ . . .		0,94601	+0,00033.

Hieraus folgt also im Mittel:

$$1 \text{ S.-E.} = 0,94568 \text{ Ohm}$$

mit einer mittleren Abweichung der Einzelresultate von $\pm 0,00028$ und einem wahrscheinlichen Fehler der Endresultate von $\pm 0,000081$.

Dieser geringe Fehler des Endresultates zeigt ebenfalls, dass, abgesehen von eventuellen Fehlern, welche die Theorie noch involviren mag, es bei dieser Methode möglich ist, alle zusammenwirkenden Grössen mit einer absoluten Sicherheit zu bestimmen, die einer Genauigkeitsgrenze von nahe $\pm 0,0001$ des gesuchten Werthes entspricht. Die Eisenfreiheit des benutzten Locales und die hohe Temperaturconstanz desselben mögen zu diesem günstigen Resultat mit beigetragen haben.

An obigem Resultate sind aber noch zwei Correctionen vorzunehmen.

Die erste Correction rührt von der nicht berücksichtigten Selbstinduction im Multiplicator her. Dieselbe ist nach Dorn durch den Factor:

$$1 + \frac{II}{WT_0} \frac{\lambda}{\sqrt{1 + \frac{\lambda^2}{\pi^2}}}$$

gegeben, wo der Coëfficient II der Selbstinduction bei meinem Multiplicator $0,8891 \cdot 10^8$ (mm) ist. Nach Einsetzung der übrigen Zahlenwerthe bei meinen Bestimmungen wird daher dieser Factor:

$$1,0003118.^1)$$

1) In einem kurzen Nachtrag zu meiner erwähnten Abhandlung habe ich infolge eines Vergleiches der obigen Formel von Dorn für die Selbstinduction mit der von Maxwell in seinem Lehrbuch der Electricität (Deutsche Uebersetzung, 2. Theil, p. 509) gegebenen in Uebereinstimmung

Mit Anbringung dieser Correction geht daher mein obiges Resultat in folgendes über:

$$1 \text{ S.-E.} = 0,94597 \text{ Ohm.}$$

An diesem, in meiner Abhandlung bereits mitgetheilten Werthe ist aber noch eine zweite, viel grössere Correction anzubringen, welche durch eine eigenthümliche Einrichtung der Siemens'schen Stöpselrheostaten bedingt wird. Da ich die meinigen nicht geöffnet hatte, so war mir dieselbe unbekannt geblieben. Hr. Dorn¹⁾ hat nämlich darauf aufmerksam gemacht, dass bei allen von ihm nachgesehenen Siemens'schen Stöpselrheostaten nicht, wie zu erwarten war, die Enden jedes der Neusilberdrahtrollen für sich unmittelbar mit den Messingklötzen auf der Oberfläche des Kastens verbunden sind, sondern dass an den unteren Enden von Kupferdrähten, welche von den Klötzen heruntergehen, je die Enden zweier aufeinanderfolgender Widerstandsrollen befestigt sind. Die Folge davon ist, dass durch das Ziehen zweier benachbarter Stöpsel nicht die Summe der Widerstände, welche dem Ziehen je eines derselben entsprechen, sondern diese Summe weniger dem doppelten Widerstand des vom mittleren Klotz herunterführenden Kupferdrahtes in den Stromkreis eingeschaltet wird. Nach Dorn's Bestimmungen beträgt der Widerstand dieser Kupferdrähte ziemlich übereinstimmend ungefähr 0,0004 S.-E., sodass derselbe bei feineren Messungen nicht vernachlässigt werden kann. Dieser Umstand ist daher sowohl bei der Calibrirung als beim Gebrauch der Siemens'-

mit dem Uebersetzer die Richtigkeit der ersteren in Zweifel gezogen und geglaubt, dem doppelt so grossen Werth dieser Correction von Maxwell den Vorzug geben zu müssen. Jetzt hat Hr. Dorn (Wied. Ann. 22. p. 1. 1884) überzeugend dargethan, dass der Unterschied seiner Formel und derjenigen von Maxwell nur ein scheinbarer ist, indem in dem Ausdruck: $\alpha = \pi/T$ bei Maxwell T die Schwingungsdauer bei geschlossenem Multiplicator mit Selbstinduction, bei ihm dagegen bereits die entsprechende Grösse ohne Selbstinduction darstellt, welche allein nach den von W. Weber gegebenen Relationen durch die Schwingungsdauer T_0 bei geöffnetem Multiplicator ausgedrückt werden kann. Mein Fehler bestand darin, dass ich in der Formel von Maxwell dem T die zweite Bedeutung beilegte.

1) Dorn, Wied. Ann. 22. p. 558. 1884.

schen Stöpselrheostaten, insbesondere für die kleineren Widerstände, wohl zu beachten. Hr. Dorn hat in der erwähnten Abhandlung den Einfluss desselben auf die Calibrirung untersucht und die Resultate zur Berichtigung der von mir mitgetheilten Verification meines Stöpselrheostaten unter Voraussetzung einer entsprechenden Construction desselben und eines gleichen Widerstandes der Kupferdrähte angewendet. Er findet, dass infolgedessen mein obiger Werth für die Siemens'sche Einheit übergehen solle in:

$$1 \text{ S.-E.} = 0,94347 \text{ Ohm.}$$

Sowie mir die Bemerkungen von Hrn. Dorn bekannt wurden, habe ich den von mir benutzten Siemens'schen Stöpselrheostaten Nr. 2805 nachgesehen und gefunden, dass er ebenfalls die gerügte Construction besitze, indessen nicht ganz dem von Hrn. Dorn in seiner Abhandlung vorausgesetzten Schema entspreche. Erstens sind nur die Kupferdrähte vom sechsten Klotz an gleichlang, die unter sich ebenfalls gleichlangen vom ersten bis vierten Klotz sind ziemlich kürzer, und der vom fünften Klotz steht zwischen den beiderlei Längen in der Mitte (die Dicke aller Drähte ist dieselbe); sodann geht obiger Rheostat von 0,1 bis 200 S.-E., sodass die eine Reihe die Widerstände von 0,1 bis 5, und die andere die von 10 bis 200 S.-E. umfasst, somit nicht, wie Hr. Dorn voraussetzte, zwischen 2 und 5 S.-E., sondern zwischen 5 und 10 S.-E. die untere Verbindung der einzelnen Widerstandsrollen einen Unterbruch aufweist. Es erschien daher für meinen Rheostaten Nr. 2805 eine besondere Bestimmung der Widerstände der fraglichen Kupferdrähte und eine Neuberechnung meiner Widerstandsmessungen unter Berücksichtigung ihres Einflusses geboten. Hr. Dr. O. Chwolson, der, mit Ausnahme einer Controlbeobachtungsreihe von mir, alle Widerstandsmessungen bei meiner Untersuchung ausgeführt hat, hat sich freundlichst auch dieser nachträglichen bezüglich Arbeit unterzogen und nach einer ihm eigenthümlichen Methode — nämlich durch abwechselnde Combination von unmittelbar aufeinanderfolgenden und von auseinanderstehenden, d. h. durch nichtgezogene Stöpsel unterbrochenen Widerständen bei der Calibrirung des Rheo-

staten — die Widerstände der einzelnen Kupferdrähte bestimmt, deren Kenntniss dann eine Correction der früheren Calibrirungen unseres Rheostaten Nr. 2805 erlaubte. Bezeichnen wir die Widerstände der von den aufeinanderfolgenden Klötzen heruntergehenden Kupferdrähte bis zu den Widerstandsrollen, resp. mit k_1, k_2, k_3 etc., so fand er:

$k_2 = 0,000\,368$ S.-E.	$k_8 = 0,000\,517$ S.-E.
$k_3 = 0,000\,404$ „	$k_7 = 0,000\,491$ „
$k_4 = 0,000\,380$ „	$k_6 = 0,000\,475$ „
$k_5 = 0,000\,443$ „	

Die folgenden Kupferdrahtwiderstände, die noch in Betracht kommen, nämlich k_{11}, k_{12} und k_{13} wurden ihrer gleichen Länge halber gleich dem Mittel von k_6 bis k_8 gesetzt.

Corrigirt man hiernach unsere früheren Calibrirungen des Rheostaten Nr. 2805 und berechnet danach aufs neue die in unseren Formeln auftretenden Widerstandsgrößen, so ergibt sich jetzt als berichtigtetes Endresultat meiner Messungen: 1 S.-E. = 0,94315 Ohm,

und danach ist die Länge l einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt, welche bei 0° den Widerstand eines Ohm darstellt: $l = 106,027$ cm.

St. Petersburg, 18. September 1884.

IX. Ein neues Galvanometer; von J. Rosenthal.

(Hierzu Taf. VIII Fig. 4 u. 5.)

Seitdem G. Wiedemann der Tangentenbussole mit Spiegelablesung eine Form gegeben hat, welche sie zu feineren Messungen geeignet machte, hat dieselbe besonders bei Physiologen zur Untersuchung der thierisch-electrischen Erscheinungen allgemeinen Eingang gefunden. Auch hat die von du Bois-Reymond empfohlene Astasirung mittelst des Haüy'schen Stabes und die Aperiodisirung der Schwingungen den Gebrauch des Instrumentes noch bequemer gemacht und die Empfindlichkeit bis zu einem vorher ungeahnten Grade