IV. *Ueber die Calibrirung der Stöpselrheostaten
von Siemens und Halske;
von O. Chwolson.*

(Hierzu Taf. II Fig. 9.)

Bd. 12, p. 558 dieser Annalen hat H. Dorn auf den Umstand aufmerksam gemacht, dass in den Stöpselrheostaten von Siemens und Halske je zwei aufeinanderfolgende Widerstandsrollen an einen gemeinsamen Kupferdraht befestigt sind, was auf die Resultate der nach üblicher Methode ausgeführten Calibrirung von Einfluss sein muss.

Es soll hier eine Methode angegeben werden, nach welcher die Widerstände der erwähnten Kupferdrähte gefunden und eine richtige Calibrirung ausgeführt werden kann, ohne dass etwa der Kasten geöffnet zu werden braucht.

Wir wollen den Fall voraussetzen, dass in der einen Reihe die Widerstände von 0,1 S.-E. bis 5 S.-E. enthalten seien, sodass also die zweite Reihe mit 10 S.-E. anfängt. In der Figur ist für diesen Fall die innere Einrichtung schematisch angegeben. $A, B, C, D \dots$ sind die Oeffnungen für die Stöpsel, $k_0, k_1, k_2, k_3 \dots$ die Kupferdrähte, und es seien mit denselben Buchstaben auch die Widerstände derselben bezeichnet.

Durch $0,1 - 0,2 - 0,2 - 0,5 - 1 - 1 - 2$ u. s. w. seien diejenigen Widerstände bezeichnet, welche durch das Ziehen je eines Stöpsels factisch eingeführt werden, also jedesmal eine Rolle plus zwei Kupferdrähte. Die Haupteigenschaft der Siemens'schen Construction lässt sich dahin formuliren, dass für benachbarte Widerstände die galvanometrische Summe nicht gleich, sondern kleiner ist, als die algebraische Summe. Werden z. B. die Stöpsel D oder E einzeln gezogen, so werden 0,5 oder 1 eingeführt; werden aber beide gezogen, so ist der eingeführte Widerstand gleich $0,5 + 1 - 2k_1$. Hieraus resultirt schon die Nothwendigkeit, die Widerstände k zu kennen. Eine Ausnahme machen nur die Stöpsel H und J , für welche die galvanometrische Summe gleich der algebraischen ist.

Es könnte scheinen, dass auch für den Fall, dass ein einzelner oder zwei nicht benachbarte Stöpsel gezogen worden, durch seitliche Stromabzweigungen ein merklicher Einfluss auf die Grösse der direct eingeführten Widerstände ausgeübt werden könnte. Dem ist nicht so; Rechnungen, die zu einfach sind, als dass es nöthig wäre, sie hier anzuführen, zeigen: 1) wenn ein einzelner Stöpsel gezogen wird, sogar wenn dies B ist, durch die Seitenverzweigung des Stromes (über $k_0 \dots$) nur eine durchaus zu vernachlässigende Aenderung des Widerstandes entsteht; 2) wenn zwei oder mehr nicht benachbarte Stöpsel gezogen worden, so unterscheidet sich die galvanometrische Summe von der algebraischen um durchaus zu vernachlässigende Grössen (selbst für den Fall, dass dies die Stöpsel A und C sind).

Wir setzen voraus, dass die Calibrirung des Stöpselrheostaten mittelst eines Hilfsrheostaten geschieht, sodass durch Substitution bis 0,1 S.-E. in Theilen S desselben ausgedrückt werden können. Auf die übliche Weise wird nun zuerst der Stöpsel A gezogen und 0,1 in S ausgedrückt; es sei $0,1 = aS$. Hierauf wird 0,1 mit 0,2 verglichen, und die Differenz sei bS , woraus also 0,2 in S ausgedrückt wird; endlich wird 0,2 mit $\overline{0,2}$ verglichen, die Differenz sei cS , sodass auch $\overline{0,2}$ in S ausgedrückt sich findet. Bis hierher ist der Gang der gewöhnliche; weiter lässt er sich aber nicht verfolgen, denn wird, um 0,5 zu finden, dies mit $0,1 + 0,2 + \overline{0,2}$ verglichen, und werden dazu die Stöpsel A , B und C gezogen, so ist der thatsächlich im letzteren Falle eingeführte Widerstand gleich $0,1 + 0,2 + \overline{0,2} - 2k_1 - 2k_2$. Es müssen also vorerst k_1 und k_2 gefunden werden.

Es möge im weiteren ein Ausdruck von der Form $\sum m$ die algebraische Summe aller Widerstände von 0,1 bis m incl. bedeuten; werden also z. B. sämtliche Stöpsel von A bis F incl. gezogen, so ist der factisch eingeführte Widerstand gleich $\sum 1 - 2(k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5)$, welchen Ausdruck wir, noch weiter abgekürzt, $\sum 1 - 2k_{1-5}$ schreiben wollen.

Wir ziehen nun die Stöpsel A und B und dann die Stöpsel A und C ; die galvanometrische Differenz sei gleich S . Dies gibt die Gleichung $0,1 + 0,2 - 2k_1 = 0,1 + \overline{0,2} + eS$, in

welcher sich 0,1 beiderseits weghebt, und welche, da 0,1–0,2–0,2 bereits in S ausgedrückt, uns k_1 gibt. Nun vergleichen wir den Widerstand, wenn B und C , mit dem, wenn A und C gezogen sind; ist die Differenz fS , so erhalten wir die Gleichung:

$$0,2 + \overline{0,2} - 2k_2 = 0,1 + \overline{0,2} + fS,$$

in welcher $\overline{0,2}$ sich weghebt, und welche k_2 gibt.

Auf übliche Weise wird nun aus einer Gleichung von der Form:

$$0,1 + 0,2 + \overline{0,2} - 2(k_1 + k_2) = 0,5 + gS,$$

der Widerstand 0,5 in S ausgedrückt.

Nun ziehen wir erst B und D , dann C und D und bestimmen die Differenz hS ; aus der Gleichung:

$$\overline{0,2} + 0,5 - 2k_3 = 0,2 + 0,5 + hS,$$

in welcher sich 0,5 weghebt, erhalten wir k_3 .

Nachdem uns eine Gleichung von der Form:

$$\Sigma 0,5 - 2k_{1-3} = 1 + iS$$

die 1 gegeben hat, vergleichen wir die Widerstände, welche einerseits D und E , andererseits A , B , C und E entsprechen, untereinander. Ist die Differenz lS , so gibt uns die Gleichung: $0,5 + 1 - 2k_4 = 0,1 + 0,2 + \overline{0,2} + 0,5 - 2(k_1 + k_2 + k_3) + lS$, die Grösse k_4 (es hebt sich 0,5).

Es ist leicht einzusehen, wie man weiter zu gehen hat: um eins der k zu finden, zieht man die entsprechenden zwei benachbarten Stöpsel und vergleicht den so erhaltenen Widerstand mit demjenigen, welcher entsteht, wenn der erste Theil desselben durch eine gleichwerthige Summe vorhergehender Widerstände ersetzt wird. Es folgen also die Gleichungen:

$$\bar{1} = 1 + mS \text{ (gibt } \bar{1}),$$

$$1 + \bar{1} - 2k_5 = \Sigma 0,5 + \bar{1} - 2k_{1-3} + nS \text{ (gibt } k_5),$$

$$2 = 1 + \bar{1} - 2k_5 + pS \text{ (gibt } 2),$$

$$\bar{1} + 2 - 2k_6 = 1 + 2 + qS \text{ (gibt } k_6),$$

$$5 = \Sigma 2 - 2k_{1-6} + rS \text{ (gibt } 5),$$

$$2 + 5 - 2k_7 = 1 + \bar{1} + 5 - 2k_6 + sS \text{ (gibt } k_7),$$

$$10 = \Sigma 5 - 2k_{1-7} + tS \text{ (gibt } 10),$$

$$\overline{10} = 10 + n S \text{ (gibt } 10),$$

$$10 + \overline{10} - 2k_3 = \Sigma 5 - 2k_{1-7} + 10 + v S \text{ (gibt } k_8),$$

$$20 = 10 + \overline{10} - 2k_3 + w S \text{ (gibt } 20),$$

$$\overline{10} + 20 - 2k_3 = 10 + 20 + x S \text{ (gibt } k_9) \text{ u. s. w.}$$

Eine factisch ausgeführte Calibrirung bewies die bequeme Ausführbarkeit dieser Methode, die durch naheliegendes Zusammenziehen noch vereinfacht werden kann.

St. Petersburg, im November 1884.

V. *Die electriche Leitungsfähigkeit des im Vacuum destillirten Wassers;* *von Friedrich Kohlrausch.*

(Aus den Sitzungsber. d. k. Academie d. Wiss. zu Berlin vom 23. Oct. mitgetheilt vom Hrn. Verf.).

Die Frage nach dem electricen Leitungsvermögen des Wassers ist noch nicht erledigt. Durch eine Anzahl von Vorsichtsmassregeln, durch besondere Sorgfalt in der Herstellung und Aufbewahrung gelang es mir allerdings schon früher, Wasser zu erhalten, dessen Leitungsvermögen bei 22° nur 72 Billiontel von demjenigen des Quecksilbers betrug.¹⁾ Aber wenn auch dieser oder ein naheliegender Werth bei verschiedenen Destillationen wiederholt die erreichbare untere Grenze bildete, so liess sich doch nicht behaupten, dass derselbe nun wirklich das Leitungsvermögen des Wassers darstelle, weil die Herstellung ganz reinen Wassers auf gewöhnlichem Wege mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft zu sein scheint.

Eins von den Hindernissen besteht nun wahrscheinlich in der Mitwirkung der Luft bei der Destillation. Sowie man im Regenwasser Verbindungen von Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, z. B. salpetrigsaures Ammon gefunden

1) F. Kohlrausch, Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. K. bair. Acad. d. Wiss. zu München. 5. p. 285. 1885. — Pogg. Ann. 159. p. 270. 1876.

v. Bezold Fig. 1-5. Boltzmann Fig. 6-8. Chwolson Fig. 9. Goldstein Fig. 10-12. Fleischl Fig. 13. Voigt Fig. 14-17.