

Um dies zu bestätigen, nahm ich Winkelmessungen an verschiedenen Spiegelplatten vor, indem ich der hinteren Fläche einen langen Riss gab und mittelst eines Goniometers den Winkel bestimmte, welchen die beiden Bilder eines an das Goniometer angebrachten hellen Streifens bildeten. Während mehrerer Stunden und Tage bekam ich keine Aenderung desselben. Danach beruht die Behauptung von Goto wahrscheinlich auf Täuschung. — Der Winkel, den ich so erhielt, betrug zwei bis vier Minuten. Diese Erscheinung könnte man vielleicht technisch anwenden, z. B. zur Herstellung eines sehr stumpfen Winkels.

Hiermit glaube ich, alle Räthsel des magischen Spiegels gelöst zu haben.

---

**X. Die Abhängigkeit des von einer Influenzmaschine erster Art gelieferten Stromes von der Feuchtigkeit; von R. Krüger.**

(Hierzu Taf. II Fig. 6.)

In der Abhandlung des Hrn. Prof. Riecke<sup>1)</sup> über die von einer Influenzmaschine zweiter Art gelieferten Electricitätsmengen und ihre Abhängigkeit von der Feuchtigkeit ist ein Zusammenhang zwischen den Electricitätsmengen, welche bei einer Umdrehung der Scheibe durch den Querschnitt des Leitungsdrahtes gehen, und der Feuchtigkeit durch eine nach Potenzen der letzteren fortschreitenden Reihe zu geben versucht, und zwar unter den speciellen Annahmen, dass der Differentialquotient  $de/d\varrho$  für  $\varrho = 0$  verschwindet, und dass nur das quadratische Glied der Entwicklung in Rechnung gezogen wird. Die Genauigkeit der Beobachtungsreihen, welche zu der Begründung jenes Zusammenhanges dienten, war einerseits durch das Schwanken der Temperatur bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden — es ist hier wie im Folgenden stets die relative Feuchtigkeit verstanden — beeinträchtigt, andererseits war es auch nicht wohl möglich, bei

---

1) Riecke, Wied. Ann. 13. p. 255. 1881.

den damaligen geringen experimentellen Hilfsmitteln grössere Unterschiede in dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft zu erzielen.

In der vorliegenden Arbeit ist nun eine besondere Sorgfalt darauf verwandt, in den bezeichneten beiden Dingen eine möglichst grosse Annäherung an die zur Prüfung der Formel, welche die Abhängigkeit der Electricitätsmenge von der Feuchtigkeit darstellen soll, erforderliche Genauigkeit zu erhalten, und ist es nicht nur gelungen, ein Schwanken der Temperatur bis auf Theile eines Grades herabzudrücken, sondern auch einen Unterschied von fast 60 Proc. in den Feuchtigkeitszuständen der Luft herbeizuführen.

Ein Glaskasten von 70 cm Länge, 40 cm Breite und 55 cm Höhe, dessen innerer Raum durch einen fest anliegenden Deckel vollkommen gegen die äussere Atmosphäre abgeschlossen werden konnte, nahm die Influenzmaschine erster Art in sich auf. Es war dieses dieselbe Maschine, welche von Hrn. F. Kohlrausch zu seinen Untersuchungen über den von einer Influenzmaschine erzeugten Strom nach absolutem Maass<sup>1)</sup> verwandt wurde, nur war bei den jetzigen Versuchen die doppelte Ueberführung durch Schnüre in der Weise abgeändert, dass die Axe der Rolle, welche direct durch Schnurlauf mit der Axe der beweglichen Scheibe in Verbindung stand, durch die Glaswand zu einem später noch genauer zu beschreibenden Laufwerk geführt wurde. Der mittlere Abstand der beiden Scheiben voneinander betrug 1,75 mm; der mittlere Abstand der Spitzen von der beweglichen Scheibe 3,8 mm. Auf zwei gegenüberliegenden Längsseiten des Kastens waren die beiden horizontalen Conductoren und die Drehungsaxe der Maschine luftdicht durch die Wände hindurchgeführt. Ausserdem befanden sich zum Zwecke der Erneuerung der Luft im Kasten je ein enges Messingrohr in den Breitseiten, welche Oeffnungen auch bei der Controle der Hygrometer ihre Verwendung fanden, indem der Schlauch vom Aspirator zum Regnault'schen Condensationshygrometer hindurchgeführt wurde.

1) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. 135. p. 121. 1868.

Die Drehungsaxe der Maschine war mit einem nach den Angaben des Hrn. Rossetti<sup>1)</sup> angefertigten Laufwerk verbunden, welches seinerseits durch Gewichte, welche je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit zwischen 8 und 32 kg schwankten, in Bewegung gesetzt wurde. Bei einer Umdrehung derjenigen Axe des Laufwerkes, welche mit der Drehungsaxe der Maschine verbunden war, fiel das Gewicht um 0,005 622 4 m, während die bewegliche Scheibe der Maschine in derselben Zeit 2,71 Umdrehungen machte. Das andere Ende derselben Axe des Laufwerkes stand mit einer Schraube ohne Ende in Zusammenhang, welche in einem bestimmten Zeitmoment durch Heben und Senken eines Zahnrades das Zählerwerk in die Bewegung der Maschine ein- oder ausschaltete.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse werden durch zwei in den Kasten eingebrachte Klinkerfues'sche Hygrometer von ziemlich gut übereinstimmendem Gange gemessen; es besaßen dieselben statt der gewöhnlichen Metallumhüllung eine solche von Glas.

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Angaben der Klinkerfues'schen Hygrometer und der des Regnault'schen Condensationshygrometers für die ganze Reihe der zur Beobachtung gelangten Feuchtigkeitszustände der Luft; dieselbe enthält die Resultate dreier verschiedener Beobachtungsreihen mit allmählich steigenden Feuchtigkeitsgraden. Eine solche Trennung der Beobachtungen war nothwendig, weil sich bei plötzlichen bedeutenden Aenderungen in den Feuchtigkeitsverhältnissen die Hygrometer nicht sogleich dem neuen Zustande anbequemen, sondern gewöhnlich hinter dem wahren Werthe zurückblieben. Die hier angegebenen Zahlen wurden erst dann aufgesucht, wenn man sicher sein konnte, dass die Hygrometer einen festen Stand angenommen.

Die mit dem Regnault'schen Hygrometer gefundenen Werthe können auf grosse Genauigkeit Anspruch machen weil zur Bestimmung des Thaupunktes ein Verfahren ange-

---

1) Rossetti, Nuov. Cim. (2) 12. p. 98. 1874.

|    | Klinker-<br>fues | Regnault | Correct. | Klinker-<br>fues | Regnault | Correct. | Klinker-<br>fues | Regnault | Correct. |
|----|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|
| 1. | 13,0             |          | +1,4     | 36,4             |          | -0,8     | 54,8             |          | -2,9     |
| 2. | 10,8             | 14,4     | +3,6     | 36,4             | 35,6     | -0,8     | 54,7             | 51,4     | -3,3     |
| 1. | 19,3             |          | +1,0     | 40,0             |          | -1,6     | 63,6             |          | -2,9     |
| 2. | 17,5             | 20,3     | +2,8     | 41,4             | 38,4     | -3,0     | 63,9             | 60,7     | -3,2     |
| 1. | 26,5             |          | +0,2     | 43,0             |          | -2,3     | 70,7             |          | -2,4     |
| 1. | 25,0             | 26,7     | +1,7     | 44,0             | 40,7     | -3,3     | 71,9             | 68,3     | -3,6     |
| 1. | 31,5             |          | -1,2     | 51,3             |          | -2,7     | 77,6             |          | -2,8     |
| 2. | 32,5             | 30,3     | -2,2     | 52,4             | 48,6     | -3,8     | 79,3             | 74,8     | -4,5     |
| 1. | 36,6             |          | -0,9     | 56,6             |          | -2,8     |                  |          |          |
| 2. | 36,6             | 35,7     | -0,9     | 57,1             | 53,8     | -3,3     |                  |          |          |

wandt wurde, welches die kleinste Veränderung an der Oberfläche der polirten Cylinderflächen bemerkbar machte. Die von einem feinen Spalt ausgehenden Lichtstrahlen wurden an den Metallflächen in ein Fernrohr reflectirt, welches die Bilder nicht scharf wiedergab, sondern soweit ausgezogen war, dass die beiden Lichtstreifen theilweise übereinander lagerten. Man erhielt dadurch in einem dunklen Gesichtsfelde zwei verschieden stark beleuchtete Streifen, ein intensiveres Licht aus der Mitte, von beiden Seiten ein etwas matteres. Trat nun die Feuchtigkeit an der einen Fläche auf, so wurde damit das vorige Licht, welches noch zum Auge gelangte, vernichtet, und es blieb nur ein matt beleuchteter Streifen im Gesichtsfelde zurück; doch war es durchaus nicht nothwendig, das vollständige Verschwinden des Lichtes abzuwarten, die Helligkeitsänderung des mittleren Streifens zeigte schon ganz geringe Oberflächenveränderungen an; die grösste Differenz in der Temperatur beim Erscheinen und Verschwinden der Feuchtigkeit war  $0,9^{\circ}$  C.

Die Ladung der Influenzmaschine musste von aussen geschehen und wurde dieselbe mit Hülfe einer Reibungselektromaschine in folgender Weise bewirkt. Conductor und Reibzeug wurden je mit einem der horizontalen Conductoren der Influenzmaschine verbunden, welche bis auf eine Entfernung von 1—1,5 cm einander genähert waren. Die Scheibe der Influenzmaschine wurde jetzt in langsame Bewegung versetzt und von der zweiten Maschine Electricität zugeführt, was anfangs ein Ueberspringen der Funken zwischen den beiden Conductoren bewirkte, dann aber diese wieder verschwinden

liess und dafür mehr und mehr Electricitätsmengen auf die bewegliche Scheibe und in die Belege schaffte, bis das Wiederauftreten der Funken zwischen den Conductoren die selbständige Thätigkeit der Influenzmaschine anzeigte.

Was nun die Bestimmung des von der Influenzmaschine erzeugten Stromes anbetrifft, so geschah dieselbe mit einem grossen Meyerstein'schen Galvanometer, dessen astatisches Nadelpaar eine Schwingungsdauer von 33,028 Secunden besass. Die innere Nadel war umgeben von einem starken Kupferringe, der die Schwingungen des Systems so dämpfte, dass das Verhältniss zweier aufeinander folgenden Elongationen 1,688 war. Die Intensität des Stromes wurde im absoluten Maass nach der Formel:

$$i = \frac{M T (1 + \theta)}{C} \varphi$$

bestimmt, wo  $M = m_i - m_a$ , die Differenz der magnetischen Momente der beiden Nadeln, sich aus der Formel:

$$M = \frac{\pi^2 K}{t^2 (1 + \theta) T}$$

$M = 3\,193\,640$  (mm. mg. sec) ergab; für die Horizontalintensität am Orte des Galvanometers fand man  $T = 1,925$ ; der Torsionscoëfficient war  $\theta = 0,6773$ ; unter  $\varphi$  ist der Ablenkungswinkel verstanden, in Bogenmaass für den Radius Eins ausgedrückt, und  $C$  ist die Empfindlichkeit des Galvanometers und ist zu berechnen mit Hülfe der folgenden Formel:

$$C = \sqrt{\frac{2wK\sqrt{\pi^2 + \lambda_0^2}}{t} \left\{ \frac{\lambda}{\sqrt{\pi^2 + \lambda^2}} - \frac{\lambda'}{\sqrt{\pi^2 + \lambda'^2}} \right\}}.$$

Diese ergibt sich aus der Bewegungsgleichung für gedämpfte Schwingungen:

$$K \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \left( \frac{C^2}{w} + P^2 \right) \frac{d\varphi}{dt} + [(m_i - m_a) T + D] \varphi = 0,$$

wo unter  $K$  das Trägheitsmoment des schwingenden Systems, unter  $w$  der Widerstand des in sich geschlossenen Multiplifiers verstanden ist; mit  $D$  ist die Torsionsconstante bezeichnet, und durch  $P^2 (d\varphi/dt)$  ist das Drehungsmoment aus-

gedrückt, welches etwa der Luftreibung, einer elastischen Nachwirkung sein Entstehen verdankt. Ist  $\lambda$  das logarithmische Decrement bei in sich geschlossenem Multiplicator und  $\tau$  die zu  $\lambda$  gehörige Schwingungsdauer der Nadeln, so gilt die Gleichung:

$$2 \frac{\lambda}{\tau} = \frac{1}{K} \left\{ \frac{C^2}{w} + P^2 \right\}.$$

Bei geöffnetem Multiplicator ist  $C = 0$  und es bestimmt sich  $P^2$  durch die Gleichung:

$$\frac{P^2}{K} = 2 \frac{\lambda'}{\tau'},$$

wo  $\lambda'$  Luftdämpfung bezeichnet, und  $\tau'$  zu  $\lambda'$  in derselben Beziehung steht, als  $\tau$  zu  $\lambda$ . Setzt man diesen Werth für  $P^2/K$  in die frühere Gleichung ein und reducirt dann die verschiedenen Schwingungsdauern durch die Gleichungen:

$$\frac{\tau^2}{\pi^2 + \lambda^2} = \frac{\tau'^2}{\pi^2 + \lambda'^2} = \frac{t^2}{\pi^2 + \lambda_0^2}$$

sämmtlich auf die Schwingungsdauer ohne Dämpfung, so erhält man den oben angegebenen Werth für den Empfindlichkeitscoefficienten des Galvanometers.

Das Trägheitsmoment wurde durch Schwingungsdauerbeobachtungen mit Hülfe der Formel:

$$K = k \frac{t^2}{t'^2 - t^2}$$

bestimmt; das Trägheitsmoment  $k$  war durch zwei cylindrische Messingkörper von zusammen 199 966 mg Gewicht dargestellt, welche auf Spitzen in einer Entfernung von 99,854 mm von der Drehungsaxe aufgesetzt wurden. Die Grösse  $K$  war:

$$K^1) = 11397 \cdot 10^5 \text{ mg} \cdot \text{mm}^2.$$

Der Widerstand der Multiplicatorwindungen wurde einmal mit der Dämpfungsmethode, sodann noch mit der Wheatstone'schen Combination bestimmt und es ergab sich der Werth:

$$w = 18898,35 \cdot 10^6 \text{ (absolutes Maass)}.$$

1) Nach früher von Weber und Kohlrausch angestellten Beobachtungen waren die Werthe für das Trägheitsmoment  $11320 \cdot 10^5$ , resp.  $11347 \cdot 10^5$ . Die Differenzen sind durch den verschiedenen Abstand eines an der Suspension befindlichen Laufgewichtes von der Drehungsaxe bedingt.

Für die Empfindlichkeit des Galvanometers ergab sich demnach der Werth:

$$C = 69611 \cdot 10^4$$

und schliesslich zur numerischen Berechnung der Stromstärke die Formel:

$$i = 0,014725 \cdot \varphi \text{ nach magnet. Maass (mm, mg, s.)}$$

Zur Erläuterung der Beobachtungsart möge hier das Protocoll einer Beobachtungsreihe mitgetheilt werden; es ist die Reihe, welche sich auf den Feuchtigkeitsgrad 25,1 Proc. bezieht, ausgewählt.

Temperatur im Zimmer 9,1°

Procente der relativen Feuchtigkeit 25,1 Proc.

Entfernung von Spiegel und Scala 2815 mm.

Ruhelage 749,6.

### Geladene Maschine.

|    | Hygrometer | Therm.  | Gewicht   | Umdrehungen | Zeit   | Umkehrpunkte         | Mittel |
|----|------------|---------|-----------|-------------|--|----------------------|--------|
| 1. | 24,7%      | 5,8° R. | 22,450 kg | 65,7        | 22 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> — 24 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> | 829,2 834,4<br>847,0 | 839,4  |
| 2. | 23,3 „     | 5,9° „  | 22,450 „  | 65,6        | 27 30 — 29 10  | 846,2 842,0<br>835,9 | 839,5  |
|    |            |         | 26,210 „  | 114,1       | 42 10 — 43 50  | 916,3 909,9<br>900,8 | 907,0  |
| 1. | 24,8 „     | 5,8° „  | 26,220 „  | 114,4       | 47 5 — 48 45   | 894,9 899,7<br>917,7 | 907,5  |
| 2. | 23,3 „     | 5,9° „  | 26,220 „  | 114,5       | 53 20 — 55 0   | 896,1 900,5<br>918,5 | 907,4  |
| 1. | 24,7 „     | 5,9° „  | 30,900 „  | 141,3       | 16 45 — 18 25  | 938,7 943,6<br>957,3 | 949,2  |
| 2. | 23,2 „     | 5,9° „  | 30,900 „  | 141,4       | 20 30 — 22 10  | 956,0 955,1<br>942,5 | 949,0  |

Temperatur im Zimmer 9,3°.

Ruhelage 749,4.

### Ungeladene Maschine.

| Gewicht  | Zeit   | Umdrehungen |
|----------|--|-------------|
| 9,140 kg | 40 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> — 42 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> | 65,7        |
| 9,130 „  | 45 20 — 47 0   | 64,8        |
| 12,810 „ | 50 20 — 52 0   | 114,4       |
| 12,810 „ | 55 20 — 57 0   | 114,5       |
| 17,170 „ | 2 20 — 4 0   | 141,3       |
| 17,160 „ | 6 20 — 8 0   | 141,1       |

Die Umdrehungsgeschwindigkeiten der beweglichen Scheibe lassen sich aus den hier beobachteten durch Multiplication mit 2,71 berechnen. Es sollte die Stromintensität für die drei Umdrehungsgeschwindigkeiten 1,778, 3,100 und 3,829 bestimmt werden es waren also vom Zähler in 100 Secunden 65,61, resp. 114,39 und 141,29 Umdrehungen der treibenden Axe des Laufwerkes anzuzeigen. Die geringen Schwankungen der Magnetnadel um ihre neue Ruhelage wurde dadurch erreicht, dass die Maschine nicht sofort die ganze Geschwindigkeit erhielt, sondern erst dann in volle Thätigkeit gesetzt wurde, wenn die Nadel den äussersten Punkt bei einer geringeren Umdrehungsgeschwindigkeit erreicht hatte. Aus den Gewichten, die sich stets um 0,01 kg unterscheiden, wurde das für die gesuchte Umdrehungsgeschwindigkeit nothwendige Gewicht durch Interpolation berechnet und auch die Stromstärke darauf reducirt. Wie es sich später zeigen wird, ist die Stromstärke nicht direct der Umdrehungsgeschwindigkeit proportional, doch kann man wohl bei so kleinen Differenzen der Stromstärken Proportionalität zwischen diesen beiden Grössen voraussetzen. In derselben Weise wurde auch das Gewicht bestimmt, welches bei ungeladener Maschine dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit hervorbringen sollte.

In der folgenden Tabelle sind nun die Beobachtungen nach steigenden Procenten der relativen Feuchtigkeit angeordnet. Jeder Feuchtigkeitsgrad weist drei unter sich verschiedene, aber für alle Zeilen gleiche Umdrehungsgeschwindigkeiten der Scheibe auf.  $P$  ist das treibende Gewicht bei geladener Maschine,  $p$  das bei ungeladener Maschine für dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit. Die mit  $i/n$  bezeichnete Reihe gibt Beispiele zu dem von Hrn. Rossetti aufgestellten Satze, dass bei wachsender Umdrehungsgeschwindigkeit die Stromstärke schneller wächst, als die Umdrehungszahl. Auf diesen Umstand wird später noch einmal zurückgegangen, weil sich daran eine merkwürdige Eigenschaft des Coëfficienten des quadratischen Gliedes der Reihenentwicklung für die Stromstärke knüpft.



| $n$   | $i$         | $\frac{i}{n}$ | $P$    | $p$    | $q$      | $t$    |
|-------|-------------|---------------|--------|--------|----------|--------|
| 1,778 | 0,000 252 9 | 0,000 142 2   | 24,082 | 9,149  | } 14,2%  | } 7,0° |
| 3,100 | 0,000 441 2 | 0,000 142 3   | 27,749 | 12,811 |          |        |
| 3,829 | 0,000 553 2 | 0,000 144 4   | 32,340 | 17,170 |          |        |
| 1,778 | 0,000 245 0 | 0,000 137 8   | 23,802 | 9,140  | } 19,7 „ | } 6,6  |
| 3,100 | 0,000 428 7 | 0,000 138 3   | 27,028 | 12,810 |          |        |
| 3,829 | 0,000 539 4 | 0,000 140 8   | 31,646 | 17,168 |          |        |
| 1,778 | 0,000 234 7 | 0,000 132 0   | 22,450 | 9,139  | } 25,1 „ | } 7,3  |
| 3,100 | 0,000 412 5 | 0,000 133 0   | 26,219 | 12,810 |          |        |
| 3,829 | 0,000 521 4 | 0,000 136 1   | 30,899 | 17,169 |          |        |
| 1,778 | 0,000 223 8 | 0,000 125 9   | 21,662 | 9,142  | } 29,8 „ | } 7,2  |
| 3,100 | 0,000 395 2 | 0,000 127 5   | 25,482 | 12,814 |          |        |
| 3,829 | 0,000 502 0 | 0,000 131 1   | 30,212 | 17,173 |          |        |
| 1,778 | 0,000 185 8 | 0,000 104 5   | 18,965 | 9,151  | } 42,3 „ | } 7,3  |
| 3,100 | 0,000 334 8 | 0,000 108 0   | 22,957 | 12,819 |          |        |
| 3,829 | 0,000 435 3 | 0,000 113 7   | 27,822 | 17,177 |          |        |
| 1,778 | 0,000 073 3 | 0,000 041 2   | 12,479 | 9,150  | } 66,7 „ | } 7,3  |
| 3,100 | 0,000 156 7 | 0,000 050 5   | 16,899 | 12,816 |          |        |
| 3,829 | 0,000 236 4 | 0,000 061 7   | 22,152 | 17,173 |          |        |
| 1,778 | 0,000 030 6 | 0,000 017 2   | 10,435 | 9,156  | } 73,9 „ | } 7,6  |
| 3,100 | 0,000 088 9 | 0,000 028 7   | 14,951 | 12,822 |          |        |
| 3,829 | 0,000 162 8 | 0,000 042 5   | 20,334 | 17,185 |          |        |

Es ist wohl nicht ohne Interesse, dieser Tabelle einige Zahlen hinzuzufügen, welche, an derselben Maschine beobachtet, aus der oben erwähnten Arbeit des Hrn. F. Kohlrausch entnommen sind. Leider ist dort kein sicherer Schluss auf die Entfernung der beiden Scheiben voneinander, sowie auf die der Spitzen von der beweglichen Scheibe zu machen; ausserdem sind nur die Grenzen der beobachteten relativen Feuchtigkeit — 0,42 und 0,58 — angegeben, weil bei der Arbeit die Abhängigkeit der Stromstärke von der Feuchtigkeit nicht untersucht wurde. Die dort verzeichneten Scalenausschläge  $p$  sind nach der ebenfalls in der Abhandlung gegebenen Formel:

$$i = 0,000\ 002\ 51 \cdot p$$

in Stromstärken nach absolutem Maass verwandelt. Auch hier ist  $n$  die Umdrehungszahl der Scheibe.

|       |              |              |              |               |
|-------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| $n =$ | 2            | 3            | 6            | 9             |
| $i =$ | 0,000 075 30 | 0,000 108 18 | 0,000 222 88 | 0,000 343 87. |

Eine Vergleichung dieser Werthe mit Werthen, welche in der Tabelle etwa in der Mitte zwischen 42,3 und 66,7 Proc. liegen könnten, zeigt, dass die damals gefundenen Werthe bedeutend kleinere sind; wie diese Differenzen zu beseitigen sind, lässt sich nach den enthaltenen Angaben in jener Arbeit nicht feststellen.

Die Abhängigkeit des von der Influenzmaschine erzeugten Stromes von der relativen Feuchtigkeit möge dargestellt werden in der Form:

$$i = i_0 - \alpha \rho^2 = i_0 \left(1 - \frac{\rho^2}{\rho_0^2}\right)$$

wo  $i_0$  diejenige Stromstärke bedeutet, welche man bei Abwesenheit jeglicher Feuchtigkeit erhalten würde und  $\rho_0$  umgekehrt den Feuchtigkeitsgrad bezeichnet, für welchen die Maschine aufhören würde, zu arbeiten. Um die Richtigkeit dieser Formel zu prüfen, wird die vorhergehende Tabelle in folgende drei zerlegt; eine jede derselben enthält die Stromstärken, welche sich auf dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit beziehen.

| Umdrehungszeit $n = 1,778$ . |              |           |           | Umdrehungszeit $n = 3,100$ . |              |           |           |
|------------------------------|--------------|-----------|-----------|------------------------------|--------------|-----------|-----------|
| beobachtet                   |              | $i$       |           | beobachtet                   |              | $i$       |           |
|                              |              | berechnet | $\varrho$ |                              |              | berechnet | $\varrho$ |
| 0,000 252 9                  | 0,000 252 90 | 14,2      | Proc.     | 0,000 441 2                  | 0,000 441 21 | 14,2      | Proc.     |
| 0,000 245 0                  | 0,000 245 02 | 19,7      |           | 0,000 428 7                  | 0,000 428 73 | 19,7      |           |
| 0,000 234 7                  | 0,000 234 80 | 25,1      |           | 0,000 412 5                  | 0,000 412 52 | 25,1      |           |
| 0,000 223 8                  | 0,000 223 89 | 29,8      |           | 0,000 395 2                  | 0,000 395 24 | 29,8      |           |
| 0,000 185 8                  | 0,000 185 81 | 42,3      |           | 0,000 334 8                  | 0,000 334 88 | 42,3      |           |
| 0,000 073 3                  | 0,000 073 42 | 66,7      |           | 0,000 156 7                  | 0,000 156 76 | 66,7      |           |
| 0,000 030 6                  | 0,000 030 65 | 73,9      |           | 0,000 088 9                  | 0,000 088 96 | 73,9      |           |

Umdrehungszeit  $n = 3,829$ .

| beobachtet  |              | $i$       |  | $\varrho$ |  |
|-------------|--------------|-----------|--|-----------|--|
|             |              | berechnet |  | Proc.     |  |
| 0,000 553 2 | 0,000 552 94 | 14,2      |  | 14,2      |  |
| 0,000 589 4 | 0,000 539 05 | 19,7      |  | 19,7      |  |
| 0,000 521 4 | 0,000 521 03 | 25,1      |  | 25,1      |  |
| 0,000 502 0 | 0,000 501 81 | 29,8      |  | 29,8      |  |
| 0,000 435 3 | 0,000 434 68 | 42,3      |  | 42,3      |  |
| 0,000 236 4 | 0,000 236 54 | 66,7      |  | 66,7      |  |
| 0,000 162 8 | 0,000 161 16 | 73,9      |  | 73,9      |  |

Combinirt man die Werthe für die Stromstärke zu je zwei in jeder Tabelle und berechnet  $\alpha$  und  $i_0$  nach den Formeln:

$$\alpha = \frac{i - i_1}{\rho_1^2 - \rho^2}, \quad i_0 = \frac{i\rho_1^2 - i_1\rho^2}{\rho_1^2 - \rho^2}, \quad \rho_0^2 = \frac{i_0}{\alpha},$$

so erhält man für jede der drei Umdrehungsgeschwindigkeiten 21 Werthe für die Stromstärke bei vollkommen trockener Luft, und eine ebenso grosse Anzahl Werthe für die Coëfficienten  $\alpha$  und die Grössen  $\rho_0$ . Aus diesen 21 Werthepaaren jeder Tabelle sind die arithmetischen Mittel gezogen und danach die den beobachteten zur Seite gestellten Stromstärken berechnet. Die Mittelwerthe weichen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, nur um geringe Beträge von den einzelnen Grössen, aus denen sie sich hergeleitet haben, ab, obgleich die Zahlen für die Umdrehungsgeschwindigkeit 3,829 gewählt sind, bei welchen die grössten Differenzen zwischen beobachteter und berechneter Stromstärke auftreten. Die den einzelnen Gliedern vorgesetzten beiden römischen Zahlen geben an, aus welcher Combination das Resultat gewonnen ist.

|        |     |                                 |                        |                  |
|--------|-----|---------------------------------|------------------------|------------------|
| I.     | II  | $\alpha = 0,739 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 12$ | $\rho_0 = 87,67$ |
| I.     | III | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 19$ | $\rho_0 = 87,46$ |
| J.     | IV  | $\alpha = 0,745 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 26$ | $\rho_0 = 87,28$ |
| I.     | V   | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 18$ | $\rho_0 = 87,49$ |
| I.     | VI  | $\alpha = 0,745 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 26$ | $\rho_0 = 87,29$ |
| I.     | VII | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 18$ | $\rho_0 = 87,49$ |
| II.    | III | $\alpha = 0,745 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 38$ | $\rho_0 = 87,31$ |
| II.    | IV  | $\alpha = 0,748 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 48$ | $\rho_0 = 87,15$ |
| II.    | V   | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 668\ 26$ | $\rho_0 = 87,47$ |
| II.    | VI  | $\alpha = 0,746 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 39$ | $\rho_0 = 87,28$ |
| II.    | VII | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 24$ | $\rho_0 = 87,49$ |
| III.   | IV  | $\alpha = 0,751 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 71$ | $\rho_0 = 87,02$ |
| III.   | V   | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 15$ | $\rho_0 = 87,50$ |
| III.   | VI  | $\alpha = 0,746 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 570\ 16$ | $\rho_0 = 87,42$ |
| III.   | VII | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 15$ | $\rho_0 = 87,50$ |
| IV.    | V   | $\alpha = 0,739 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 567\ 69$ | $\rho_0 = 87,61$ |
| IV.    | VI  | $\alpha = 0,747 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 24$ | $\rho_0 = 87,29$ |
| IV.    | VII | $\alpha = 0,741 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 567\ 88$ | $\rho_0 = 87,51$ |
| V.     | VI  | $\alpha = 0,747 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 569\ 18$ | $\rho_0 = 87,23$ |
| V.     | VII | $\alpha = 0,742 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 568\ 16$ | $\rho_0 = 87,50$ |
| VI.    | VII | $\alpha = 0,727 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 559\ 91$ | $\rho_0 = 87,75$ |
| Mittel |     | $\alpha = 0,744 \times 10^{-7}$ | $i_0 = 0,000\ 567\ 96$ | $\rho_0 = 87,32$ |

Die Formeln, nach welchen die Werthe für die Stromstärken in den nach den Umdrehungsgeschwindigkeiten geordneten Tabellen berechnet sind, würden sich demnach in folgender Form schreiben:

$$\begin{aligned}
 n = 1,778 & \quad i = 0,000\ 261\ 424 - 0,42257 \cdot 10^{-7} \cdot \varrho^2 \\
 & \quad i = 0,000\ 261\ 424 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{78^2,65} \right) \\
 n = 3,100 & \quad i = 0,000\ 454\ 722 - 0,66973 \cdot 10^{-7} \cdot \varrho^2 \\
 & \quad i = 0,000\ 454\ 722 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{82^2,40} \right) \\
 n = 3,829 & \quad i = 0,000\ 567\ 965 - 0,74490 \cdot 10^{-7} \cdot \varrho^2 \\
 & \quad i = 0,000\ 567\ 965 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{87^2,32} \right).
 \end{aligned}$$

Die mit Hilfe dieser Formeln gefundenen Werthe zeigen eine so gute Uebereinstimmung mit den beobachteten Werthen, dass man die Formel:

$$i = i_0 - \alpha \varrho^2 = i_0 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{\varrho_0^2} \right)$$

wenigstens bis zu Feuchtigkeitsgraden von 75% als einen genauen Ausdruck des Gesetzes betrachten kann, durch welches die Abhängigkeit der von einer Influenzmaschine gelieferten Ströme von der Feuchtigkeit bestimmt wird.

Drückt man die bisher im magnetischen Maasse gegebenen Stromstärken in mechanischem Maasse aus und dividirt durch die Umdrehungszahl, so erhält man die während einer Umdrehung der Scheibe durch den Querschnitt des Leitungsdrahtes strömenden electrostatischen Electricitätsmengen. Transformirt man danach die Grössen  $\alpha$ , so entstehen die Formeln zur Berechnung der Electricitätsmengen, welche sich in folgender Form schreiben würden:

$$\begin{aligned}
 n = 1,778 & \quad e = 457,34 \cdot 10^3 - 7392,56 \varrho^2 \\
 & \quad e = 457,34 \cdot 10^3 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{78^2,65} \right) \\
 n = 3,100 & \quad e = 456,26 \cdot 10^3 - 6719,90 \varrho^2 \\
 & \quad e = 456,26 \cdot 10^3 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{82^2,40} \right) \\
 n = 3,829 & \quad e = 461,88 \cdot 10^3 - 6051,14 \varrho^2 \\
 & \quad e = 461,88 \cdot 10^3 \left( 1 - \frac{\varrho^2}{87^2,32} \right).
 \end{aligned}$$

Durch diese Gleichungen ist auch die von Hrn. Prof. Riecke aufgestellte Vermuthung, dass der Werth von  $\alpha/n$  mit wachsender Umdrehungsgeschwindigkeit kleiner werde, als bewiesen zu betrachten. Mit Rücksicht auf die zweite Form der Gleichungen würde sich derselbe Umstand so ausdrücken, dass bei wachsender Umdrehungsgeschwindigkeit auch zugleich die Grössen  $\rho_0$  wachsen, d. h. die Maschine wird bei um so höheren Feuchtigkeitsgraden in Thätigkeit zu erhalten sein, je grösser die Umdrehungsgeschwindigkeit ist. Dass nicht etwa Temperaturänderungen die Verschiedenheit der Coëfficienten herbeigeführt haben, muss wohl als vollständig ausgeschlossen betrachtet werden, weil bei den ganzen Beobachtungsreihen die grösste Temperaturdifferenz  $1,0^{\circ}$  C. beträgt.

Es möge hier noch auf einen Unterschied in der Bezeichnungsweise aufmerksam gemacht werden. Während in der Abhandlung des Hrn. Prof. Riecke unter  $\rho$  die relative Feuchtigkeit verstanden wird, ist in der vorliegenden Arbeit mit derselben Grösse der Procentsatz der relativen Feuchtigkeit bezeichnet; es erleidet dadurch nur der Coëfficient  $\alpha$  eine Aenderung, indem derselbe um ebensoviel wächst, als  $\rho^2$  fällt. Im Princip führen beide Bezeichnungsweisen auf dasselbe hinaus, und gelten deshalb die dort aufgestellten Sätze auch für diese Bezeichnungsart umgekehrt.

Dass eine so bedeutende Differenz zwischen den Electricitätsmengen, welche die Maschine bei Abwesenheit jeglicher Feuchtigkeit liefert, in beiden Arbeiten besteht, hat vielleicht darin seinen Grund, dass bei diesen Beobachtungen die Spitzen der Electrodenkämme näher an die bewegliche Scheibe der Influenzmaschine erster Art herangebracht waren, als dort bei der Maschine zweiter Art.

Als Resultate der Untersuchung würden sich folgende Sätze aufstellen lassen:

1. Die Abhängigkeit des von einer Influenzmaschine gelieferten Stromes von der Feuchtigkeit lässt sich durch die Formel:

$$i = i_0 - \alpha \rho^2 = i_0 \left( 1 - \frac{\rho^2}{\rho_0^2} \right)$$

für jede relative Feuchtigkeit mit vollkommener Genauigkeit darstellen.

2. Die Constante  $\rho_0 = \sqrt{i_0/\alpha}$  wird bei wachsender Umdrehungsgeschwindigkeit grösser, d. h. der Strom der Influenzmaschine verschwindet bei grösserer Umdrehungsgeschwindigkeit erst bei höheren Feuchtigkeitsgraden, als bei geringerer Geschwindigkeit.

3. Die bei Abwesenheit jeglicher Feuchtigkeit durch eine Umdrehung der Scheibe gelieferte Electricitätsmenge ist von der Umdrehungsgeschwindigkeit im wesentlichen unabhängig, und zwar beträgt hierbei die durch den Querschnitt des Leitungsdrahtes gehende Electricitätsmenge  $458,33 \cdot 10^5$  electrostatischer Einheiten.

Einige Beobachtungen, die zur Ermittlung der Abhängigkeit der Stromstärke von der Entfernung der Spitzen von der beweglichen Scheibe und andererseits der beiden Scheiben voneinander angestellt wurden, ergaben nur ein Abnehmen der Stromstärke bei grösserer Entfernung; ein bestimmtes Gesetz aufzustellen, war bisher unmöglich.

Göttingen, im März 1884.

---

**XI. Ueber den Einfluss des Extrastromes  
auf die Bewegung eines Magnetes innerhalb eines  
dämpfenden Multipliers;  
von E. Dorn in Darmstadt.**

In meiner Abhandlung: „Die Reduction der Siemens'schen Einheit auf absolutes Maass“<sup>1)</sup>, habe ich den Einfluss des Extrastromes auf die Bewegung des gedämpften Magnetes in Rechnung gezogen. Gegen die Richtigkeit der dort von mir aufgestellten Formel<sup>2)</sup> sind von Hrn. H. Wild Einwendungen erhoben worden<sup>3)</sup>, und Hr. Wild glaubt. den

1) E. Dorn, Wied. Ann. 17. p. 773 ff. 1882.

2) l. c. p. 783 Formel (39).

3) H. Wild, Nachtrag zu der „Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstandseinheit in absolutem electromagnetischem Maasse.“ 1884. Ein Auszug aus dieser Arbeit wird demnächst in den Annalen erscheinen. Die Red.