Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizitaet, der Waerme und der Hydrodynamik

Holzmüller, Gustav

Leipzig, 1898

233) Nutzbarer Teil des Stromeffekts

wo E die gesamte elektromotorische Kraft bedeutet, also kann man in Gleichung 3) $JW = E$ setzen. So wird

4) $$L = J \cdot E.$$

Daher lautet das von Joule aufgestellte Gesetz:

Der Stromeffekt oder die sekundliche Leistung des Stromes ist gleich dem Produkte aus der Stromstärke und der gesamten elektromotorischen Kraft.

Beispiel. Ist $J = 30$ Ampère, $E = 20$ Volt, so ist die Sekundenleistung gleich $30 \cdot 20 = 600$ Volt-Ampère $= 600$ Watt, also der Stromeffekt gleich 600 Joule $= \frac{600}{736}$ Pferdestärken $= 61{,}1$ mkg pro Sekunde. Setzt man 425 mkg $= 1$ Kalorie, so ist der Stromeffekt, in Kalorien ausgedrückt, gleich 0,14 Kalorien in der Sekunde.

In den Einheiten des Centimeter-Gramm-Sekundensystems würde man das dortige mechanische Äquivalent der Grammkalorie z. B. gleich A (Arbeit) setzen, und so als Wärmemenge für die Sekunde erhalten

5) $$Q = \frac{JE}{A} = \frac{WJ^2}{A},$$

oder wenn man $\frac{1}{A} = C$ setzt

6) $$Q = CJE = CWJ^2.$$

233) Der nutzbare Teil des Stromeffektes. Die Arbeit zur Überwindung des zwischen den Klemmschrauben des Schliefsungsbogens befindlichen Widerstandes kann man durch irgend eine Nutzarbeit von entsprechender Gröfse ersetzen, ohne dafs im Innern der Kette sich etwas ändert, d. h. der äufsere Stromeffekt, d. h. die Sekundenleistung im Schliefsungsbogen, kann als Nutzeffekt bezeichnet werden.

Ist E die gesamte elektromotorische Kraft der Kette, E_b die Potentialdifferenz des Schliefsungsbogens zwischen den Klemmschrauben, so ist naturgemäfs

$$E_b : E - E_b = W_b : W_i,$$

denn E_b wird aufgebraucht durch Überwindung des Bogenwiderstandes W_b. Daraus folgt als Bogenwiderstand

$$W_b = \frac{E_b W_i}{E - E_b}.$$

Die sekundliche Arbeit im Schliefsungsbogen ist gleich Potentialdifferenz mal Stromstärke, also ist der Nutzeffekt gleich

$$L_b = E_b \cdot J = E_b \frac{E}{W_i + W_b} = \frac{E_b E}{W_i + \frac{E_b W_i}{E - E_b}} = \frac{E_b (E - E_b)}{W_i}.$$

Hier sind W_i und E gegebene Gröfsen. Es fragt sich, wann (theoretisch genommen) der Nutzeffekt seinen Höchstwert erhält. Man setze das veränderliche $E_b = x$, so dafs es sich im Zähler um $x(E - x)$ handelt. Setzt man dies gleich irgend einer Gröfse a, so hat man in $x(E - x) = a$ die Gleichung, durch deren Lösung man erfährt, welches x auf diesen Wert a führt. Aus $x^2 - Ex = -a$ folgt aber $x = \frac{E}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{E}{2}\right)^2 - a}$. Die Lösung wird imaginär, wenn $a > \left(\frac{E}{2}\right)^2$ ist. Der höchste mögliche Wert von a ist also $a = \left(\frac{E}{2}\right)^2$, und dieser wird erreicht bei $x = \frac{E}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{E}{2}\right)^2 - \left(\frac{E}{2}\right)^2} = \frac{E}{2}$.

Man erhält demnach den theoretischen Maximaleffekt, wenn $E_b = \frac{1}{2}E$ ist, d. h. wenn der äufsere Widerstand der Kette gleich dem inneren Widerstande ist, oder wenn die Klemmspannung gleich der Hälfte der gesamten elektromotorischen Kraft ist.

Ob freilich mit diesem theoretischen Maximaleffekte auch ökonomisch der höchste Nutzeffekt erzielt wird, das ist eine andere Frage. Man vergleiche dazu das über die Becherkombination in Nr. 223 Gesagte, wo derselbe Satz auftrat.

234) Temperatur des Schliefsungsbogens. In jedem Teile des Schliefsungsbogens wird eine Sekundenleistung $L = J \cdot E_1 = J^2 \cdot W_1$ geliefert, wobei J die Intensität, E_1 die Potentialdifferenz des Stückes, W_1 sein Widerstand ist. Bei Drähten von gleicher Länge ist der Widerstand umgekehrt proportional den Querschnitten oder den Quadraten der Durchmesser. Dasselbe gilt also auch von der Leistung und der gelieferten Wärmemenge in ihnen, d. h.

$$Q_1 : Q_2 = d_2^2 : d_1^2.$$

Ihre Massen aber verhalten sich wie die Quadrate der Durchmesser, gleiche Wärmemengen geben also Temperaturerhöhungen, die sich wiederum umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser verhalten. Wärmemengen also, die sich umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser verhalten, geben Temperaturerhöhungen, die sich umgekehrt wie die vierten Potenzen der Durchmesser verhalten. Demnach ist

$$t_1 : t_2 = d_2^4 : d_1^4.$$

Die Erwärmung dauert so lange fort, bis die Ausstrahlung im stande ist, die weitere Temperaturerhöhung zu verhindern. Die Aus-