

ladung von Akkumulatoren nicht zur Verfügung steht. Seine Wartung beschränkt sich auf vierteljährliches Nachfüllen von Wasser.

Trockenelemente enthalten die Salmiaklösung meist in einem Zinkbecher, wo sie durch Gips, Mehl usw. in einen steifen Brei verwandelt ist; darin steht ein Kohlestäbchen.

Um vollständig zu sein, müssen wir uns jetzt mit der durch den Strom in den Widerständen der Leitung erzeugten **Wärme** und allgemein mit der von ihm geleisteten **Arbeit** befassen. Wie wir vom Ohmschen Gesetz her wissen, läuft der Strom nicht von selbst durch einen Widerstand, sondern bedarf eines Nachschubes, der sich nach Ohm auf  $e = i \cdot r$  Volt beziffert. Darin ist  $i$  die Stromstärke in Ampere und  $r$  der von ihr zu überwindende Widerstand in Ohm. Derjenige, der ein Gewicht von  $G$  Kilogramm  $h$  Meter hoch hebt, leistet dabei eine „Arbeit“ von  $G \cdot h$  Meter-Kilogramm, und tut er dasselbe in jeder Sekunde, so sagt man ihm nach, er vollbringe eine „Leistung“ von  $G \cdot h$  Meter-Kilogramm je Sekunde. So leistet eine Lokomotive, die einen Zug mit einer Zugkraft von 6000 kg in jeder Sekunde 20 m weiterschleppt, eine Arbeit von  $6000 \cdot 20 = 120000$  m·kg je Sekunde, was der Fachmann

$$\frac{120000}{75} = 1600 \text{ P.S.}$$

nennt, weil man gemessen hat, daß ein starkes Pferd in der Sekunde 75 m·kg zu leisten vermag. Uebertragen wir diese Verhältnisse sinngemäß auf unser elektrisches Problem, so müssen wir einfach sagen: Unterhalten wir den Strom  $i$  Ampere unter Aufwendung von  $e$  Volt, so leisten wir:

$$L = e \cdot i \text{ „Watt“};$$

so nämlich heißt das Leistungsmaß der Elektrotechnik, das also beim Gleichstrom (von dem wir ja hier reden) durch Multiplikation der Volt mit den Ampere erhalten wird. Da das Watt für größere technische Rechnungen zu klein ist, verwendet man statt seiner dann das Kilowatt (kW), das 1000mal mehr bedeutet als das einfache Watt (man vergleiche Kilometer mit Meter und Kilogramm mit Gramm). Nebenbei sei bemerkt, daß 1 kW soviel wert ist wie eine mechanische Leistung von 102 m·kg je Sekunde. Will man das Kilowatt als ein „mechanisches Tier“ ansehen, so muß man zugeben, daß es doch nicht unerheblich stärker ist als ein Pferd, denn dieses leistet nur 75 m·kg je Sekunde. Jetzt wird man einsehen, was es heißt, wenn im neuen Großkraftwerk Rummelsburg Dampfturbinen von 70000 kW Leistung aufgestellt werden. — Hat man ein solches Kilowatt eine Stunde lang in Anspruch genommen, so hat man eine „Kilowattstunde“ zu bezahlen.

Und nun zurück zu unserem durch den Widerstand  $r$  fließenden Strom. Seine Leistung beträgt nach obigem  $e \cdot i$  Watt. Da aber nach Ohm  $e = i \cdot r$  ist, so kann man die Leistung auch so formulieren:

$$L = e \cdot i = (i \cdot r) \cdot i = i^2 \cdot r \text{ Watt.}$$

Es lohnt sich der Mühe, diese Formel im Auge zu behalten. Ein Beispiel: Der Glühfaden einer Tischlampe habe einen Widerstand von 300 Ohm, und die Lampe möge  $\frac{1}{3}$  Ampere verbrauchen. Dann benötigt sie also zu ihrem Betrieb eine Leistung von  $L = \frac{1}{9} \cdot 300 = 33,3$  Watt, und wenn man sie 2 Stunden lang gebrannt hat, so hat man bei einem Strompreise von 25 Pf. pro Kilowattstunde  $\frac{33,3}{1000} \cdot 2 \cdot 25 = 1,67$  Pf. zu bezahlen, wenn der Zähler richtig gezeigt hat, was wir hoffen wollen.

Ein weiteres Beispiel: Ein Elektromotor von 2 Pferdestärken arbeitet an einem Tage 9 Stunden; was kostet das bei einem Strompreise von 12 Pf. pro Kilowattstunde Kraftstrom? 2 Pferdestärken sind soviel wie  $2 \cdot \frac{75}{102} = 1,44$  Kilowatt, denn das Kilowatt ist ja stärker als ein Pferd, und

darum leisten eben 1,44 Kilowatt bereits ebensoviel wie 2 Pferde. Die Kosten aber betragen  $1,44 \cdot 9 \cdot 12 = 155$  Pfg. Natürlich ist jede Maschine unvollkommen, und sie gibt an mechanischer Leistung nicht das her, was man ihr an elektrischer Energie zugeführt hat, sondern nur einen Bruchteil davon, z. B. 80 %. Man sagt dann, ihr „Wirkungsgrad“ betrage 80 %.

Und nun die Wärmewirkungen. Versuche zeigen, daß 1 Watt, 1 Sekunde lang wirkend, mit andern Worten, 1 „Wattsekunde“, imstande ist, 1 g Wasser um rund  $\frac{1}{4}$  ° zu erwärmen; dazu ist nach der Sprechweise der Wärmelehre eine Wärmemenge von  $\frac{1}{4}$  „Grammkalorie“ erforderlich. Also erzeugt der Strom  $i$  im Widerstande  $r$  in  $t$  Sekunden:  $\frac{1}{4} \cdot i^2 \cdot r \cdot t$  Grammkalorien.

Das ist nicht unwichtig, wie folgendes Beispiel zeigt: Eine Kupferdrahtleitung von 2 mm blankem Durchmesser wird aus irgendeinem Grunde mit Strom überlastet und führt einige Zeit 60 Ampere. Da der Draht pro laufendes Meter nach dem früher Gesagten einen Widerstand von  $\frac{1}{57} \cdot \frac{1}{2^2} \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{1}{180}$  Ohm hat, so entstehen in ihm pro laufendes

$$\text{Meter in jeder Sekunde } \frac{1}{4} \cdot 60^2 \cdot \frac{1}{180} = 5 \text{ Grammkalorien,}$$

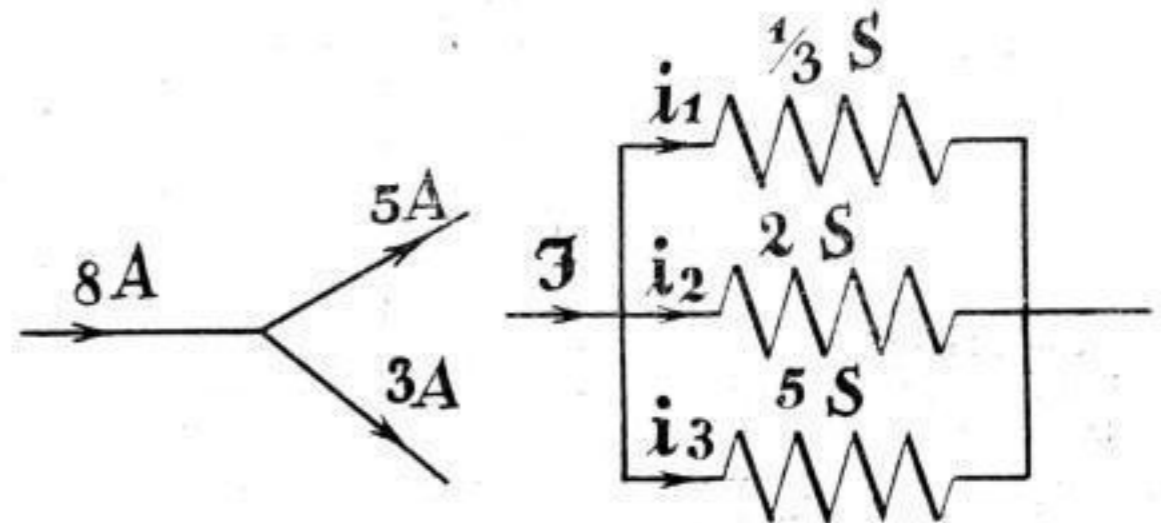


Abb. 15.

Abb. 16.

also z. B. in einer Minute schon  $60 \cdot 5 = 300$ , die bereits eine Erhitzung der Leitung zur Folge haben. Bei weiterer Fortsetzung des Experimentes könnte Feuergefahr entstehen. Aber dagegen hat man ja Sicherungen. Das sind leicht schmelzbare, entsprechend konstruierte und eingebettete Leiterstücke, die bei übermäßiger Stromstärke „durchbrennen“, d. h. infolge der Stromwärme schmelzen, wobei ein Unterbrechungslichtbogen auftritt, für dessen prompte Löschung Sorge zu tragen ist. Für Ströme bis 100 Ampere und Spannungen bis höchstens 20000 Volt sind sie noch verwendbar, darüber hinaus aber nicht mehr.

Wer die Vorgänge in Leitungen verstehen will, muß sich auch über die Vorgänge klar sein, die bei Verzweigungen auftreten. Wenn z. B. an irgendeiner Stelle mehrere Drähte nach Art der Abb. 15 zusammenlaufen, so muß nach dem Verzweigungspunkt genau so viel Strom hingehen, wie ihn auf der anderen Seite verläßt, denn die Elektrizität kann sich im Verzweigungspunkt weder aufstauen, noch kann sie verschwinden. Geradeso ist es ja auch bei jeder Gabelung in einer Wasserleitung. Wie man sieht, ist diese Bedingung, der sogenannte „Verzweigungssatz“, in der Abbildung erfüllt, denn es ist ja  $5 + 3 = 8$ .

Weniger einfach ist es, wenn dem Strom mehrere Wege geboten werden, zwischen denen er gewissermaßen frei wählen darf. Siehe Abb. 16. Der Strom wird es dann so machen, wie es Menschen und Tiere auch tun: er wird dem bequemeren Wege den Vorzug geben. Um die Bequemlichkeit des Weges zu charakterisieren, greift man zweckmäßig zu folgendem Mittel: Man redet nicht mehr vom Widerstande des Weges, sondern von seinem „Leitwert“.

(Fortsetzung folgt.)