

mechanische Energie zuschreiben, denn auch er leistet entsprechend Dampfmenge und Ueberdruck mechanische Arbeit am Kolben der Dampfmaschine, am Rad der Dampfturbine. Die festen und flüssigen Kohlenstoffe (Kohle und Oele) besitzen chemische Energie, denn sie können ebenfalls Arbeit leisten. Das gleiche gilt endlich für den elektrischen Strom, der elektrische Energie besitzt, denn er kann Arbeit gar mannigfaltiger Form leisten in der Lampe (Licht und Wärme), im Elektromotor (mechanische Arbeit), im Akkumulator, in der Elektrolyse (chemische Arbeit) usw.

Dabei sehen wir, wie sich die einzelnen Energieformen in einander leicht verwandeln lassen. Es entspricht daher auch unseren täglichen Erfahrungen, wenn die Wissenschaft annimmt, daß alle Energie am letzten Ende nur einen einzigen gemeinsamen Ursprung hat, und nicht wenig schmeichelhaft ist es für uns als Elektrotechniker, daß die Stimmen sich mehren, welche in der Elektrizität die Urform aller Energie erblicken. Wie dem aber auch sein mag, das eine ist uns klar, daß wir imstande sind, jede beliebige Form von Energie in eine andere Erscheinungsform umzuwandeln, da alle untereinander verwandt sind.

So ist denn auch die Dynamomaschine und der Elektromotor ein Verwandlungsapparat, dem Energie der einen Form zugeführt und in anderer Form wieder entnommen wird. Der Dynamo führen wir an der Riemenscheibe mechanische Arbeit zu, wenn wir von ihrem Kollektor oder den Schleifringen elektrische Arbeit abnehmen wollen. Dem Motor müssen wir an den Bürsten elektrische Arbeit zuführen, wenn er uns an der Welle mechanische Arbeit liefern soll. Diese Umwandlung mechanischer in elektrische Arbeit verknüpft sich in unseren Maschinen mit magnetischen Vorgängen. Es ist für uns daher notwendig, die wichtigsten Grundlagen der Elektrizität und des Magnetismus erst kennen zu lernen, ehe wir uns von der Wirkungsweise einer Dynamomaschine ein richtiges Bild machen können.

Wir wollen uns daher zunächst mit den elektrischen Grundbegriffen beschäftigen, um über die drei Größen des Ohmschen Gesetzes die wünschenswerte Klarheit zu gewinnen. Darauf wird uns die Lehre von Magnetismus soweit beschäftigen, als wir dieselbe zur Erklärung der Dynamomaschine später heranziehen müssen. Mit diesen Grundlagen ausgerüstet werden wir die Wirkungsweise der Dynamo, des Motors und der Umformer studieren.

2. Elektrizitätslehre.

Wir wissen aus Erfahrung, daß der geschlossene Hahn einer Wasserleitung den Druck der auf ihm lastenden Wassersäule auszuhalten hat. Wir können uns ja leicht davon überzeugen, indem wir bei geöffnetem Hahn das Wasser mit dem Finger zurückhalten: wir müssen dann mit einer gewissen Kraft, die bei hohem Druck und großem Querschnitt des Hahnes nicht unbedeutend ist, den „Wasserdruck“ überwinden. Dieser Wasserdruck ruft einen „Wasserstrom“ hervor, wenn wir ihm durch Öffnen des Hahns die Möglichkeit dazu geben, andernfalls, wenn der Hahn geschlossen ist, so ist wohl der Druck vorhanden; er kann aber keinen Strom erzeugen, weil die Leitung gesperrt ist.

Ähnliche Vorgänge, welche sich mit den soeben beschriebenen Erscheinungen des Wasserdrucks und Wasserstroms vergleichen lassen, bietet uns die Elektrizität: es erscheint aber passend, wenn wir uns mit den Anfangsgründen derselben jetzt befassen wollen, einen kurzen Vergleich anzustellen.

Wie wir von einer Wasserquelle sprechen, von welcher die Flüssigkeit geliefert und (scheinbar) erzeugt wird, so gebrauchen wir auch den Ausdruck „Elektrizitätsquelle“. Eine solche Elektrizitätsquelle kann sein eine Dynamomaschine oder auch ein sogenanntes „Element“, wie es bekannt ist durch Verwendung bei Klingelanlagen, in der Telegraphie und Telephonie. Während wir aber bei der Wasserquelle sehen, wie der ihr entfließende Strom, durch den Druck getrieben, von der höher gelegenen Stelle zu Tal fließt und sich scheinbar verliert, haben wir bei der Elektrizitätsquelle einen wesentlichen Unterschied zu verzeichnen: der elektrische Strom fließt, durch elektrischen Druck getrieben, von der Elektrizitätsquelle durch die Leitung wieder zur Quelle zurück.

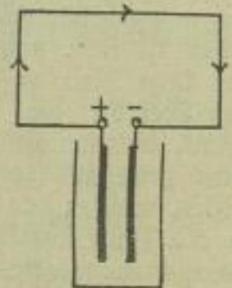
Demnach müssen wir bei einer solchen Quelle, sei es nun eine Dynamomaschine oder auch ein Element, zwei Stellen unterscheiden: eine, bei welcher der Strom austritt, und eine zweite,

an der er wieder in die Quelle zurücktritt. Diese beiden Stellen nennen wir die „Pole“, und zwar den positiven oder Plus-Pol denjenigen, an dem der Strom austritt, und negativen oder Minus-Pol denjenigen, an welchem er in das Element oder die Maschine zurückkehrt. Zwischen beiden Polen herrscht ein Druck, welcher die Elektrizität von dem Plus-Pol nach dem Minus-Pol zu befördern bestrebt ist.

Wir gebrauchen indessen in der Elektrizitätslehre nicht den Ausdruck „Druck“, sondern die Bezeichnung „Spannung“ oder „Elektromotorische Kraft“, abgekürzt einfach E.M.K. — Die Spannung ist also eine Eigenschaft der Elektrizitätsquelle. Ihre Größe richtet sich lediglich nach der Beschaffenheit der Quelle, also nach der chemischen Zusammensetzung des Elements oder den Verhältnissen, der Geschwindigkeit und den Massen der Dynamo.

Die Spannung wird einen elektrischen Strom hervorrufen, wenn wir dem letzteren einen Weg bieten, den er einschlagen kann. Wie bieten wir nun dem Strom einen solchen Weg? Zur Beantwortung dieser Frage prägen wir nun folgendes ein: Die Elektrizität wird fortgeleitet durch Leiter aus Metall, Flüssigkeiten, Kohle, durch die Erde, am besten und leichtesten durch Metalle, das heißt: um einen Strom durch einen bestimmten Weg, der aus Metall gebildet ist, zu leiten, ist ein geringerer Druck — Spannung — erforderlich, als wenn derselbe Weg aus Flüssigkeit oder aus Kohle bestände. Gewisse Stoffe leiten die Elektrizität unter gewöhnlichen Verhältnissen überhaupt nicht, so die Luft, gutes Papier, Glimmer, Porzellan, Schiefer, Fiber, Teer, chemisch reines Wasser und noch andere. Man nennt dieselben somit Nichtleiter oder Isolatoren.

Schließen wir nun einen Metalldraht (Fig. 1) so an unser Element an, daß sich die beiden Enden des Drahtes an dem positiven resp. negativen Pol befinden, so wird durch die Spannung der Quelle ein elektrischer Strom hervorgerufen, welcher bei + aus der Quelle tritt, den Metallfaden in Richtung des Pfeiles durchfließt und bei — wieder in das Element zurücktritt. Je größer nun nach der chemischen Beschaffenheit des Elements seine Spannung ist, um so größer wird auch die Stärke des



Figur 1.

entstehenden elektrischen Stromes sein, denn dieser ist ja direkt von der Höhe der Spannung abhängig. Es ist aber außer der Spannung — der Eigenschaft der Elektrizitätsquelle — noch eine zweite Größe für den Wert des entstehenden Stromes maßgebend, nämlich eine Eigenschaft des Leiters: der sogenannte elektrische Widerstand desselben. Wenn wir den elektrischen Strom nach Art eines Wasserstromes auffassen, so ist es einleuchtend, daß der elektrische Leiter, welcher den Weg des Stromes darstellt, demselben einen gewissen Widerstand entgegensetzt, gerade so wie das Wasserrohr dem Wasserstrom selbst. Daß der elektrische Leiter einen gewissen Widerstand besitzen muß, geht auch schon aus dem früher Gesagten hervor, daß Metalle bessere Leiter sind als andere Stoffe; mithin haben sie einen geringeren Widerstand.

Der Widerstand einer Leitung läßt sich nun sehr einfach messen und ebenso auch berechnen. Maßgebend für seinen Wert sind drei Größen: erstens die Länge der Leitung (denn je länger diese ist, desto größer wird auch ihr Widerstand sein), zweitens die Querschnittsfläche des Leiters (denn je größer diese ist, desto leichter wird der Strom seinen Weg finden, um so kleiner ist also der Widerstand der Leitung, wie wir schon gelernt haben, abhängig von seinem Material (es wird nämlich ein Stück Kupfer einen geringeren Widerstand zeigen als ein gleich langes Stück Eisen von gleichem Querschnitt, und dieses letztere hat wieder einen kleineren Widerstand als ein gleiches Stück Neusilber, dieses einen geringeren als Kohle u. s. f.). Diese Abhängigkeit vom Material und seiner chemischen Zusammensetzung bezeichnen wir durch eine bestimmte Zahl, welche „spezifischer Widerstand“ oder „Materialkonstante“ genannt wird. Diese Materialkonstante ist die Zahl, welche angibt, wie groß der Widerstand des betreffenden Materials ist, wenn die Länge 1 m und der Querschnitt 1 qmm beträgt.