

Diese Stromstärke, angenommen, genügt uns aber immer noch nicht, um z. B. eine elektrische Uhr aufzuziehen. Wir wollen daher die Zahl der Elemente verdoppeln, und sehen, was wir nun erreichen.

$$J = \frac{E \cdot 10}{W + w \cdot 10} = \frac{1,5 \cdot 10}{3 + 0,5 \cdot 10} = \frac{15 \text{ Volt}}{8 \text{ Ohm}} = 1,875 \text{ Ampere.}$$

Betrachten wir nun die Ergebnisse unserer Rechnung, so zeigt sich, dass durch die Vermehrung der Elementzahl kein wesentlich günstigeres Resultat erzielt worden ist. Zwei Elemente lieferten schon einen Strom von 0,75 Ampere, fünf Elemente lieferten schon einen Strom von 0,75 Ampere, fünf Elemente lieferten schon einen Strom von 0,75 Ampere, fünf Elemente lieferten schon einen Strom von 0,75 Ampere, fünf Elemente lieferten schon einen Strom von 0,75 Ampere. Hier liegt also ein Fehler vor, der in der Praxis so oft gemacht wird, und der das Versagen so vieler elektrischer Einrichtungen verschuldet, die, mit etwas mehr Sachkenntnis angelegt, ihren Dienst erfüllen würden.

Die errechnete Stromstärke wird ausserdem auch nur dann erreicht, wenn der angenommene Widerstand auch vorhanden ist; erfahrungsgemäss kann aber der innere Widerstand nicht als gleichbleibend betrachtet werden. Letzterer ist am geringsten, wenn das Element neu ist; mit der Zeit steigt derselbe, je nach dem Alter, um den vier- bis sechsfachen Betrag. Z. B. zeigen kleinere, nasse Elemente bald einen Widerstand von 1 Ohm; je nach Beanspruchung mehr oder weniger. Nehmen wir nun an, die geleistete Stromstärke der zehn hintereinander geschalteten Elemente würde für unseren Zweck genügen. Während einer entsprechenden Betriebszeit ist jedoch der innere Widerstand von 0,5 auf 1 Ohm gestiegen, und rechnen wir nun die Leistungsfähigkeit der Batterie nach, so ergibt sich folgende Veränderung:

$$J = \frac{E \cdot 10}{W + w \cdot 10} = \frac{1,5 \cdot 10}{3 + 1 \cdot 10} = \frac{15 \text{ Volt}}{13 \text{ Ohm}} = 1,153 \dots \text{ Ampere.}$$

Diese zehn Elemente leisten also jetzt weniger, als fünf Elemente in neuem Zustande. Die Anlage muss ihren Dienst versagen und die Schuld wird dann nicht selten den schlechten Elementen zugeschrieben, während falsche Schaltung oder unrichtige Wahl der Elementgrösse die wahre Ursache bilden.

Versuchen wir nun, uns durch eine Rechnung Aufklärung über das Verhältnis einer Parallelschaltung von fünf Elementen zu verschaffen, von der wir ja wissen, dass sie grössere Stromstärken ergibt.

$$J = \frac{E}{W + \frac{w}{n}} = \frac{1,5}{3 + \frac{0,5}{5}} = \frac{1,5 \text{ Volt}}{3,1 \text{ Ohm}} = 0,483 \dots \text{ Ampere.}$$

Also auch hierdurch ist nichts erreicht, sondern die Stromstärke ist noch dreimal geringer, als bei der Schaltung auf Spannung. Diese geringe Stromstärke wird natürlich dadurch bedingt, dass bei der Parallelschaltung sämtliche Elemente als ein-, zwei-, fünf- oder zehnfach grösseres Element zu betrachten sind, und somit nur die Spannung gleich eines Elementes tatsächlich vorhanden ist. Um jedoch dennoch zum Ziele zu gelangen, wenden wir die sogen. gemischte Schaltung an. Fig. 44 zeigt die Verbindung von sechs Elementen in zwei Gruppen geschaltet. Wie aus der Abbildung ersichtlich, sind jeweils drei Elemente hintereinander, also auf Spannung geschaltet, die gleichnamigen Endpole beider Gruppen jedoch zu einer gemeinsamen Ableitung vereinigt. Da je drei Elemente hintereinander geschaltet sind, so haben wir in der folgenden Rechnung die Spannung eines Elementes dreimal zu nehmen; aber auch der innere Widerstand ist dreimal vorhanden. Durch die Parallelschaltung beider Gruppen werden jedoch die Elektroden um das Doppelte vergrössert und somit der innere Widerstand um die Hälfte verringert. In nachstehenden Formeln bedeutet „n“ die Anzahl der hintereinander geschalteten Elemente und „m“ die Zahl der Gruppen. Wenn nun der äussere Widerstand (W) gleich 3 Ohm ist, so ist die Stromstärke:

$$J = \frac{E \cdot n}{W + \frac{w \cdot n}{m}} = \frac{E \cdot 3}{W + \frac{w \cdot 3}{2}} = \frac{1,5 \cdot 3}{3 + \frac{0,5 \cdot 3}{2}} = \frac{4,5 \text{ Volt}}{3 + 0,75 \text{ Ohm}} = \frac{4,5 \text{ Volt}}{3,75 \text{ Ohm}} = 1,2 \text{ Ampere.}$$

Auch in dieser Zusammenstellung ist die als erforderlich angenommene Stromstärke noch nicht erreicht. Versuchen wir es also noch einmal mit einer anderen Schaltungsweise. Statt wie in Fig. 44 verbinden wir jetzt je „zwei“ Elemente hintereinander und formieren dann drei Gruppen, wie Fig. 45 zeigt.

Wir haben jetzt n Elemente hintereinander und m Gruppen nebeneinander. Daher ist:

$$J = \frac{E \cdot n}{W + \frac{w \cdot n}{m}} = \frac{1,5 \cdot 2}{3 + \frac{0,5 \cdot 2}{3}} = \frac{3 \text{ Volt}}{3 + \frac{1}{3} \text{ Ohm}} = \frac{3 \text{ Volt}}{3,33 \dots \text{ Ohm}} = 0,9 \dots \text{ Ampere.}$$

Dieses Resultat ist noch ungünstiger, als das vorhergehende. Betrachten wir jedoch beide Schaltungen, so finden wir, dass der Gesamtwiderstand sich nur um 0,42 Ohm verringert hat, während die Spannung im letzten Beispiel um 1,5 Volt gesunken ist. Man darf hierbei nicht ausser acht lassen, dass, wie auch die Schaltung der Batterie sein möge, der äussere Widerstand stets der gleiche bleibt. Soll also nach obigen Beispielen die Stromstärke erhöht werden, so darf man die Spannung nicht verringern.

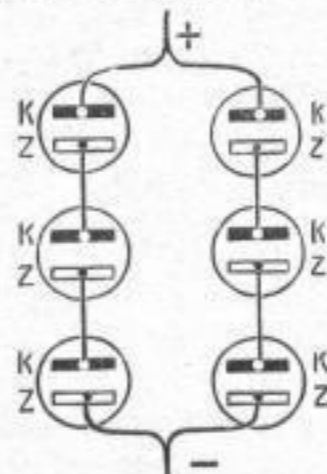


Fig. 44.

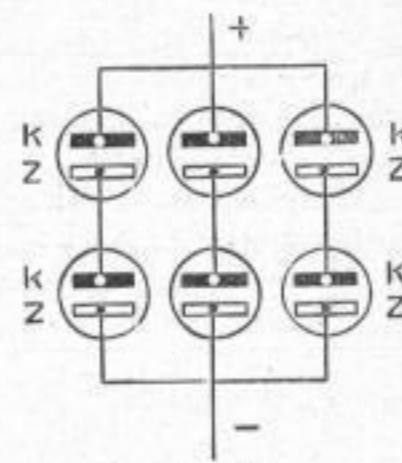


Fig. 45.

Betrachten wir vergleichsweise die Stromstärke von fünf, zehn und zwanzig hintereinander geschalteten Elementen bei einem äusseren Widerstand von 3 Ohm.

$$J = \frac{1,5 \cdot 5}{3 + 0,5 \cdot 5} = \frac{7,5 \text{ Volt}}{5,5 \text{ Ohm}} = 1,366 \dots \text{ Ampere.}$$

$$J = \frac{1,5 \cdot 10}{3 + 0,5 \cdot 10} = \frac{15 \text{ Volt}}{8 \text{ Ohm}} = 1,875 \text{ Ampere.}$$

$$J = \frac{1,5 \cdot 20}{3 + 0,5 \cdot 20} = \frac{30 \text{ Volt}}{13 \text{ Ohm}} = 2,307 \dots \text{ Ampere.}$$

Die Erhöhung der Elementzahl von zehn auf zwanzig hat also nur einen Erfolg von 0,432 Ampere gezeitigt. Diese geringe Zunahme der Stromstärke ist darauf zurückzuführen, dass der innere Widerstand der Elemente im Vergleich zum äusseren Widerstand ein bedeutendes Uebergewicht erreicht hat. Wir müssen also danach trachten, den inneren Widerstand zu verringern, und schalten zu diesem Zwecke je zehn Elemente hintereinander und beide Gruppen parallel.

$$J = \frac{1,5 \cdot 10}{3 + \frac{0,5 \cdot 10}{2}} = \frac{15 \text{ Volt}}{5,5 \text{ Ohm}} = 2,727 \text{ Ampere.}$$

Durch diese Schaltung ist also ein Stromzuwachs von 0,852 Ampere erzielt worden.

Die Parallelschaltung bezweckt demnach die Verringerung des inneren Widerstandes durch die Elektrodenvergrösserung. Wir würden also auch zum Ziele gelangen, wenn wir anstatt zwei Gruppen kleiner Elemente nur eine Gruppe, also zehn hintereinander geschaltete Elemente von doppelter Elektrodengrösse, verwenden würden. Gute Trockenelemente, sowie auch grosse, nasse Elemente mit Zinkzylinder, haben einen sehr geringen inneren Widerstand; nehmen wir an, derselbe betrage 0,15 Ohm. Zehn solcher Elemente, auf Spannung geschaltet, würden nach unserer bisherigen Annahme folgende Stromstärke ergeben:

$$J = \frac{1,5 \cdot 10}{3 + 0,15 \cdot 10} = \frac{15 \text{ Volt}}{4,5 \text{ Ohm}} = 3,333 \dots \text{ Ampere.}$$

Um jedoch einer, aus obigen Rechnungen sich ergebenden falschen Auffassung vorzubeugen, sei bemerkt, dass der innere