

Reinheit und die Fabrikationsmethode mitspricht, ferner ist die Zusammensetzung der Elementflüssigkeit (des Elektrolyts) von Wichtigkeit für die Bestimmung der EMK, wie wir sehen werden.

Die EMK ist also der Spannungswert eines Elements im stromlosen Zustande, daher die Bezeichnung „Spannung offen“, das heißt: bei offenen Klemmen. Da es nun naturgemäß nicht möglich ist, die Spannung eines stromlosen Elementes zu messen, so muß man danach trachten, bei der Bestimmung der EMK der Theorie dadurch möglichst nahe zu kommen, daß man dem Element bei dieser Messung einen so geringen Strom entnimmt, daß er von dem Wert „Null“ nicht sehr weit entfernt ist. Daß dies für die richtige Bestimmung der EMK notwendig ist, zeigt uns eine Betrachtung über das Ohmsche Gesetz. Nach diesem wird die Spannung berechnet durch die Formel

$$\text{Spannung} = \text{Stromstärke} \times \text{Widerstand.}$$

Die Spannung ist also von der durch das Element gehenden Stromstärke und von dem Widerstand, den das Element dem Stromdurchgange bietet, wesentlich abhängig. Bleibt das Element stromlos, so herrscht an seinen Klemmen die volle EMK, fließt aber ein Strom von Pol zu Pol, so wird stets ein Teil der Spannung durch den Widerstand des Elektrolyts und der Elektroden — kurz innerer Widerstand genannt — verzehrt und in Wärme verwandelt. Dieser Spannungsabfall ist um so größer, je höher die durch das Element fließende Stromstärke ist, auch wird demzufolge ein stark beanspruchtes Element mehr gegen seine Umgebung erwärmt, als ein wenig arbeitendes. Beträgt z. B. die EMK eines Elements 1,7 Volt, geht durch das Meßinstrument ein Strom von 0,005 Ampere und beträgt der innere Widerstand des Elements 0,25 Ohm, so wird nach dem Ohmschen Gesetz im Element ein Spannungsverlust eintreten von

$$0,005 \cdot 0,25 = 0,00125 \text{ Volt.}$$

Das Instrument wird also nicht 1,7, sondern den Betrag von 0,00125 Volt weniger anzeigen. Verbraucht aber das Meßinstrument eine Stromstärke von 0,15 Ampere, so erhöht sich der Spannungsverlust auf

$$0,25 \cdot 0,15 = 0,0375 \text{ Volt,}$$

so daß der Spannungsmesser anstatt 1,7 nur noch 1,66 Volt anzeigt.

Auf Grund dieser Erwägungen erkennen wir, daß zur Bestimmung der EMK eines Elements ein Präzisionsinstrument mit einem sehr hohen Widerstand gehört. Nur ein solcher Spannungsmesser mißt genau und mit einer so geringen Stromstärke, daß die Messung der theoretischen Notwendigkeit, den durchgehenden Strom dem Wert Null möglichst nahe zu bringen, einigermaßen entspricht.

Für diesen Zweck baut die Firma Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. ein Präzisions-Drehspulen-Volt- und Ampere-meter. Dasselbe ist für die Spannungsmessung mit einem Widerstand von 600 Ohm ausgestattet, es mißt bis zu 3 Volt und verbraucht bei dieser Spannung eine Stromstärke von nur 0,005 Ampere.

Die Unterfrage in der Fragestellung, warum die nachgemessenen Elemente eine geringere Spannung abgeben als in den Tabellen angeführt, wird sich der aufmerksame Leser nach meinen Ausführungen selbst beantworten können. Es liegt dieses daran, daß die im Besitz der Installateure und Uhrmacher befindlichen Meßinstrumente durchweg billigeren Fabrikats sind, die nur geringe Widerstände aufweisen. So besitze ich neben dem angeführten Drehspulen-Galvanometer noch ein weiteres Instrument, welches dem Typ der sogenannten „Schalttafelinstrumente“ angehört. Es ist dies ein recht brauchbarer Spannungsmesser mit einem Meßbereich bis zu 5 Volt, doch hat er nur einen Widerstand von 11 Ohm. Die durchgehende Stromstärke beträgt also bei einer Spannung von beispielsweise 1,5 Volt

$$\frac{1,5}{11} = 0,13 \text{ Ampere.}$$

Mit einem derartigen Instrument kann man natürlich nicht die EMK, sondern nur die „Klemmenspannung“ eines Elementes bestimmen. Unter diesem Ausdruck versteht man denjenigen Wert der Elementspannung, der nach Abzug des Spannungsverlustes infolge des inneren Widerstandes verbleibt, wenn dem Element eine Stromstärke entnommen wird, wie sie in normalen Anlagen üblich ist.

Rechnet man also bei Batteriebestimmungen mit der EMK eines Elements, so ist auch der innere Widerstand desselben festzustellen und dem Widerstand des äußeren Stromkreises anzufügen. Diese Rechnungsart ist die genaueste, während

die einfachste Methode bei der Berechnung von Batterien darin gipfelt, daß die Klemmenspannung der Elemente gemessen und ohne Berücksichtigung des inneren Widerstandes in Rechnung gezogen wird.

Das besprochene Drehspulen-Instrument der Firma Hartmann & Braun ist ferner noch als Spannungsmesser zur Bestimmung der Klemmenspannung sowie zur Ermittlung des inneren Widerstandes von Elementen eingerichtet. Zu dem Zweck wird der Widerstand des Instruments durch einfaches Drehen einer Kopfschraube von 600 auf 10 Ohm verringert, was durch Einschaltung einer Nebenschlußwicklung erreicht wurde. Nach dem Vorstehenden ist es klar, daß ein Instrument mit 10 Ohm Widerstand ohne weiteres als Spannungsmesser zum Ablesen der Klemmenspannung brauchbar ist.

Sind die zwei besprochenen Messungen an einem Elemente ausgeführt, so daß einmal die EMK und zum anderen die Klemmenspannung festgesetzt ist, so kann mittels der Formel

$$10 \cdot \frac{E - K}{K}$$

der innere Widerstand durch einfache Rechnung bestimmt werden. In dieser Formel bedeutet E die EMK und K die Klemmenspannung.

Hat beispielsweise ein Element eine EMK von 1,65 Volt und eine Klemmenspannung von 1,35 Volt, so beträgt sein innerer Widerstand

$$10 \cdot \frac{1,65 - 1,35}{1,35} = 0,22 \text{ Ohm.}$$

Man sieht, ein solches Instrument ist außerordentlich praktisch.

Es lohnt sich noch auf die Frage einzugehen, weshalb die verschiedenen Elemententabellen ungleiche Angaben für gleiche Elemente aufweisen.

Hierzu ist vor allen Dingen zu bemerken, daß jede Messung der drei Werte EMK, innerer Widerstand und Klemmenspannung, wie schon ausgeführt, von dem Widerstand des dazu benutzten Meßinstrumentes, beziehungsweise von der durch dieses fließenden Stromstärke abhängig ist. Ein Instrument mit einem hohen Widerstand wird also ein anderes, höheres Resultat abgeben als ein solches mit einem niedrigen Widerstande. Des weiteren mögen die großen Unterschiede in den Angaben ihre Ursache zum Teil darin haben, daß einige Autoren ihre Zahlen älteren Werken entnehmen, so daß die besseren Leistungen der neueren Elemente keine Berücksichtigung fanden.

F. Thiesen.

Zu Frage 2281. Unzweifelhaft ist die Legierung schuld daran, es ist wahrscheinlich zuviel Kupferzusatz, weniger Silber darin enthalten. Das Kupfer scheidet sich beim Schweiß mancher Personen aus, wodurch die dunkle Abfärbung erzeugt wird.

Gust. Manske, Strausberg.

Zu Frage 2282. In Ihrem Falle wäre eine Spannung von 65 Volt angebracht, da die Metallfadenlampen für niedere Spannungen widerstandsfähiger sind als für hohe. Rechnen Sie mit dem Verbrauch der Kohlenfadenlampen, um später eventuell noch einige Lampen mehr anschließen zu können, so ergibt sich ein Wattverbrauch, die Lampen zu 25 Kerzen und jede Kerze zu 3,7 Watt gerechnet von

$$5 \cdot 3,7 \cdot 25 = 465 \text{ Watt.}$$

Bei einem Wirkungsgrad der Dynamomaschine von 80% entspricht dieser Stromverbrauch einem Effekt von

$$\frac{465}{\left(\frac{736 \cdot 100}{80}\right)} = 0,5 \text{ PS.}$$

Die erforderliche Stromstärke wird betragen:

$$\frac{465}{65} = 7,2 \text{ Ampere.}$$

Sie gebrauchen also eine Dynamo für 65 Volt und 7 Ampere und können dann eventuell 15 Metallfadenlampen oder auch 5 Kohlenfadenlampen zu 25 UK. brennen.

Die Maschine nebst Anlasser usw. bin ich bereit sehr preiswert zu liefern, auch gebe ich Ihnen gern brieflich Adressen auf.

F. Thiesen.

Zu Frage 2284. Die Münze hat der 1697 geborene Carl Albert von Bayern prägen lassen. Wenn nicht ganz vorzüglich erhalten, hat sie keinen besonderen numismatischen Wert. —ck.

Zu Frage 2285. Gewünschte Alabastergehäuse in verschiedenen Formen und Farben liefert sehr billig die Firma Hermann Loewenthal, Berlin O 27, Wallnertheaterstraße 7.