

DIE
ELEKTRIZITÄT

UND
IHRE ANWENDUNGEN.

VON

DR. L. GRAETZ,
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

MIT 595 ABBILDUNGEN.

ZWÖLFTE AUFLAGE.
(40. bis 46. Tausend.)

STUTTGART.
VERLAG VON J. ENGELHORN.

1906.

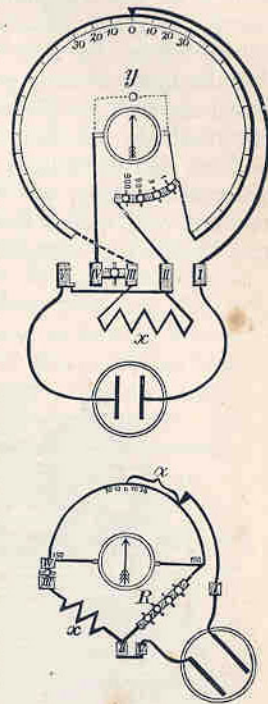
46327

zu ersehen. Die beiden Pole des Elementes werden zwischen I und V eingeschaltet, der zu untersuchende Widerstand x zwischen II und III (mit welchem IV durch einen Stöpsel verbunden ist). Der Meßdraht steht einerseits in ständiger Verbindung mit den Widerständen 1, 9, 90, 900, und durch diese mit der Klemme II, andererseits mit der Klemme III, das Galvanometer ebenfalls mit den Widerständen und der Klemme IV. Der bewegliche Zeiger ist mit der Klemme I fest verbunden. In das Schema der Wheatstoneschen Brücke gebracht, reihen sich die einzelnen Zahlen und Buchstaben dieser Figur nun so ein, wie es die untere Figur an gibt. Dies ist aber die Anordnung der Brücke, welche wir auf S. 72 beschrieben und begründet haben. Man schaltet nun beim Gebrauch des Instrumentes denjenigen von den Widerständen 1 bis 1000 ein, der dem zu bestimmenden Widerstand x am nächsten liegt (was man durch einen Vorversuch ermittelt), und verschiebt den Kontakt g so lange, bis der Zeiger auf Null bleibt. Dann steht der zu bestimmende Widerstand zu dem bekannten (durch die Stöpsel ausgeschalteten) in demselben Verhältnis wie die Längen der beiden Teile des Meßdrahtes, die man entweder direkt oder in Graden ausgedrückt auf der Skala der Schieferplatte abliest. Man hat daher den zu bestimmenden Widerstand sofort in Ohm ausgedrückt.

In Bezug auf die Schnelligkeit und Bequemlichkeit der Widerstandsbestimmung läßt das Universalgalvanoskop nichts zu wünschen übrig.

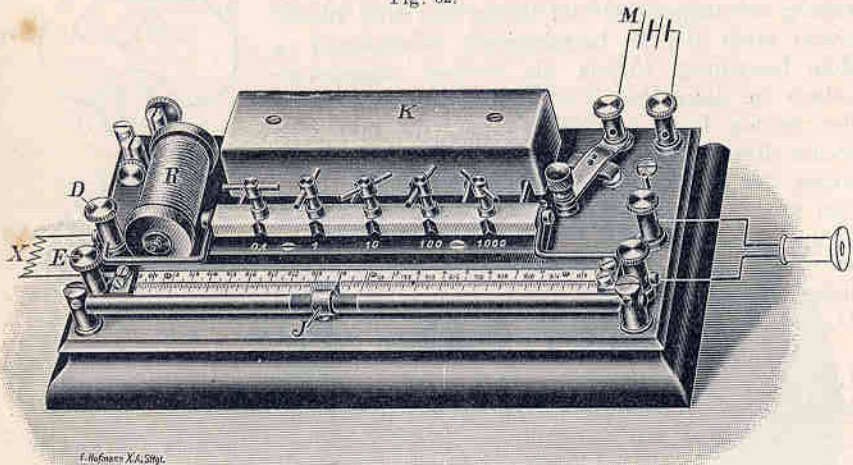
Auf diese Weise läßt sich der Widerstand jedes Leiters messen. Ohne weiteres anwendbar ist die Methode der Wheatstoneschen Brücke in der angegebenen Art bei metallischen Leitern und bei anderen Leitern erster Klasse. Bei der Bestimmung des Widerstandes von zusammengesetzten Flüssigkeiten kommt aber noch eine Komplikation hinzu, so daß bei ihnen die Methode noch etwas abgeändert werden muß. Eine Flüssigkeit nämlich wird, wie wir in Kap. 6 sehen werden, durch einen galvanischen Strom zersetzt und wirkt dann selbst wie ein galvanisches Element. Man kann das aber verhindern, indem man durch die Flüssigkeit rasch hintereinander Ströme von entgegengesetzter Richtung, sogenannte Wechselströme, sendet. Macht man dann die zu untersuchende Flüssigkeit zu der einen Seite eines Wheatstoneschen Vierecks, so kann man durch Abgleichen der Widerstände auch hierbei die Wechselströme in der Brücke verschwinden machen und dadurch den Widerstand der Flüssigkeit messen. Derartige Wechselströme liefert z. B. ein sogenannter Induktionsapparat, wie wir ihn in Kap. 9 beschreiben werden. Nur ist noch die Schwierigkeit vorhanden, daß ein Galvanoskop in der Brücke durch solche Wechselströme gar nicht

Fig. 81.



beeinflusst wird. Der erste Strom will z. B. die Nadel nach rechts ablenken, der zweite, gleich starke, aber entgegengesetzte Strom, sucht sie nach links abzulenken. Die Nadel bleibt daher, wie Buridans Esel, in Ruhe. Es gibt aber Apparate, die auch durch Wechselströme in gleicher Weise beeinflusst werden wie die Galvanoskope durch gleichgerichtete Ströme, nämlich die Elektrodynamometer, die wir in Kap. 8, und die Telephone, die wir in Kap. 9 beschreiben werden. Bringt man also z. B. ein Telephon in die Brücke und sendet man Wechselströme durch die ganze Kombination von Leitern, so wird man dieses so lange tönen hören, bis die Widerstände so abgeglichen sind, daß durch die Brücke keine Ströme gehen. Dann bleibt das Telephon ruhig, und dann bestimmt sich der Flüssigkeitswiderstand wie ein Drahtwiderstand. Diese Meßmethode ist von F. Kohlrausch ausgearbeitet worden. Man bedient sich vorteilhaft, um die Widerstände von Flüssigkeiten zu messen, einer Anordnung, wie sie von F. Kohlrausch angegeben und von Hartmann & Braun in Frankfurt a. M. unter dem Namen „Universalmeßbrücke“ ausgeführt wird. Dieselbe ist in Fig. 82 gezeichnet. Man

Fig. 82.



sieht eine kleine Drahtrolle R links in der Figur; diese ist der Induktionsapparat, der die Wechselströme erzeugt. Er erhält einen Strom von einem Element M, das rechts schematisch gezeichnet ist. In dem Kästchen K befinden sich fünf Widerstände von 0,1, 1, 10, 100, 1000 Ohm, welche durch Herausnehmen der vor dem Kästchen befindlichen Stöpsel eingeschaltet werden können. Auf der geteilten Skala liegt ein Platindraht, auf welchem ein Metallzeiger J verschoben werden kann, der sich auf einem Messingstab bewegt. Der zu messende Widerstand X wird an die Klemmen D und E links, das Telephon T rechts angelegt. Man verschiebt den Zeiger auf dem Meßdraht so lange, bis der Ton im Telephon verschwindet, und bestimmt dadurch auf bekannte Weise den Widerstand der Flüssigkeit ganz so, wie man es bei einem festen Leiter tut. In das Schema der Wheatstoneschen Brücke gebracht, reihen sich

die einzelnen Teile des Apparates so aneinander, wie es Fig. 83 zeigt. T ist das Telephon, R der Induktionsapparat.

Will man Flüssigkeiten auf ihre Leitungsfähigkeit untersuchen, so füllt man sie in Gefäße, etwa von der Form der in Fig. 84 gezeichneten. Durch die Ebonitdeckel dieser Gefäße gehen Messingstäbchen hindurch, welche unten Platinscheibchen tragen, durch welche der Strom in die Flüssigkeit geleitet wird. Diese Scheiben nennt man die Elektroden. Oben befinden sich die Klemmschrauben zur Verbindung. Bequemer sind noch die Gefäße von der Form 85, einfache Fläschchen, in denen zwei halbzyllindrische Elektroden aus Platin stehen, die mit Platindrähten versehen sind. Letztere gehen eingeschmolzen durch das Glas hindurch. Man füllt ein solches Gefäß zunächst mit einer der Lösungen, deren Leitfähigkeit auf S. 83 angegeben ist, und bestimmt den Widerstand derselben, dann füllt man es mit der zu untersuchenden Lösung und bestimmt wieder den Widerstand. Die Leitfähigkeit der zu untersuchenden Lösung verhält sich dann zu der der bekannten Lösung umgekehrt wie die Widerstände derselben.

Fig. 83.

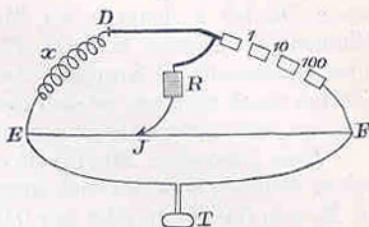
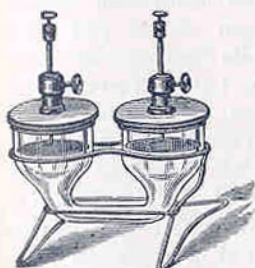


Fig. 84.



Aufgabe, diesen inneren Widerstand zu bestimmen. Am einfachsten und raschesten kann man ihn, ebenso wie den jeder Flüssigkeit, durch die Wheatstonesche Brücke mit Wechselströmen und Telephon bestimmen. Man braucht eben nur in Fig. 82 bei x das zu untersuchende Element einzuschalten.

Natürlich hängt der innere Widerstand eines galvanischen Elements von der Größe des Elements, von der Beschaffenheit der Tonzellen u. s. w. ab. Man kann deshalb für die gewöhnlich benutzten Elemente auch nur ungefähre Angaben über den inneren Widerstand machen. Ein Bunsensches Element von der Größe, wie sie gewöhnlich gebraucht wird (32 cm Höhe), hat nur etwa 0,2 Ohm Widerstand, ein gewöhnlicher Daniell etwa 0,6 Ohm, ein Meidinger-Element, je nach der Größe, 4 bis 10 Ohm, ein Element der deutschen Telegraphenverwaltung 7,5 Ohm, ein Leclanché-Element ungefähr 0,3 Ohm, das S. & H.-Beutelement nur 0,06 Ohm, und ein Trockenelement von Hellesen etwa 0,1 Ohm Widerstand.

Fig. 85.



Aus diesen Angaben und aus den Werten der elektromotorischen