

EIN FAHRBARER REGULIERWIDERSTAND FÜR LABORATORIUMSZWECKE.

Von C. Fredenhagen.



Von auswärtigen Fachgenossen, die sich die hiesigen physikalischen Institute ansahen, ist mehrfach der Wunsch geäußert worden, dass ich eine Beschreibung eines hier seit mehreren Jahren im Gebrauche befindlichen fahrbaren Regulierwiderstandes geben möchte. Diesem Wunsche, der gelegentlich des Besuches der von der Dresdner Naturforscher-Versammlung kommenden Physiker von neuem geäußert wurde, möchte ich hiermit nachkommen.

Der fragliche Regulierwiderstand besteht aus 21 hintereinandergeschalteten Einzelwiderständen mit zusammen 85,25 Ohm, die auf fünf Gruppen verteilt sind, wobei die Grösse der Widerstände in jeder einzelnen Gruppe so gewählt ist, dass die Summe der Widerstände einer folgenden Gruppe gleich einem einzelnen Widerstande der vorhergehenden Gruppe ist. Die einzelnen Widerstände haben die folgende Grösse:

vier Widerstände	à 16	= 64 Ohm,
"	"	à 4 = 16 "
"	"	à 1 = 4 "
"	"	à 0,25 = 1 "
fünf	"	à 0,05 = 0,25 Ohm.
21 Widerstände		mit 85,25 Ohm.

Der letzte Widerstand jeder einzelnen Gruppe ist nun — und hierin, wie in dem Bruch mit dem Dekadensystem, liegt wohl das Besondere dieses Widerstandes — durch hart angelötete Kupferdrähte in vier, bzw. bei den beiden letzten Gruppen in fünf Unterabteilungen geteilt, die durch besondere Nebenkurbeln kurz geschlossen werden können, wodurch eine sehr feine Regulierfähigkeit ermöglicht wird.

Das Schaltungsschema ist aus Fig. 424 ersichtlich, in der die Hauptkurbel, die alle 23 Kontakte der oberen Reihe bestreicht, weggelassen ist, und in der die zur Kurzschliessung der Teilwiderstände dienenden starken Kupferdrähte geradlinig ausgezogen sind. Fig. 425 stellt die Anordnung der Hauptkurbel und der Nebenkurbeln dar, wie sie sich bei der praktischen Ausführung gestaltet.

An den Kontakten der Hauptkurbel sind auf der Marmorplatte mit fest haftender roter Lackfarbe die Summen der Widerstände angeschrieben, die sich in dem Stromkreis befinden,

wenn alle Nebenkurbeln in Nullstellung stehen. Jedoch sind bei den Widerständen von 85 bis 10 Ohm nur die Einer, bei denen von 10 bis 1 Ohm nur die Zehntel und erst bei den kleineren auch die Hundertstel angegeben, weil diese Angaben für die Zwecke eines Vorschaltwiderstandes in der Regel vollkommen ausreichend sind. Weiter ist dann durch die radial angebrachten Angaben 4×4 , 4×1 , $4 \times 0,25$, $5 \times 0,05$ und $5 \times 0,01$ Ohm besonders auf die Kontakte hingewiesen, zwischen denen sich die unterteilten und durch die Nebenkurbeln kurzschliessbaren Widerstände befinden. Wenn die Hauptkurbel zum Beispiel 37 Ohm anzeigt, ist die Nebenkurbel I noch in dem Stromkreise, während sie bei Uebergang auf den nächsten, 21 Ohm anzeigenden Hauptkontakt ausgeschaltet wird.

Die Zahlen an den Kontakten der Nebenkurbeln geben an, wie gross der durch sie kurzgeschlossene Widerstand ist. Das vor diesen Zahlen stehende Minuszeichen deutet darauf hin, dass man, um den noch im Stromkreis befindlichen wirksamen Widerstand zu erhalten, von dem durch die Hauptkurbel angezeigten Wert die Summe der durch die Nebenkurbeln kurzgeschlossenen Widerstände abziehen muss. Bei der in Fig. 425 vorhandenen Stellung der Kurbeln beträgt also der wirksame Widerstand $69 - 4 - 2 = 63$ Ohm. Bei Benutzung aller Nebenkurbeln ermöglicht es diese Anordnung, den Widerstand von 85,25 Ohm um je 0,01 Ohm bis herab zu 0,01 Ohm zu regulieren. Für gewöhnlich wird man sich jedoch für die Regulierung nur zweier oder höchstens dreier Nebenkurbeln bedienen, da z. B. bei einem Widerstand von etwa 70 Ohm Nebenkurbel I auf 5,5%, II auf 1,4% und III auf 0,35% reguliert, während die Nebenkurbeln IV und V noch eine feinere Regulierbarkeit bis auf 0,07%, bzw. bis auf 0,01% gestatten würden.

Ein Dekadenrheostat von gleichem Gesamtwiderstande und von gleicher Regulierbarkeit müsste aus 7 Zehnern, 9 Einern, 9 Zehnteln und 9 Hundertsteln bestehen und würde somit über 70% mehr einzelne Widerstände enthalten wie die hier beschriebene Konstruktion. Bei gleicher Belastungsfähigkeit würde ausserdem das Gewicht des Widerstandsmaterials bei dem Dekadenrheostaten um noch mehr als 70% grösser sein müssen wie bei meiner Konstruktion, weil bei ihm eine relativ grössere Anzahl von

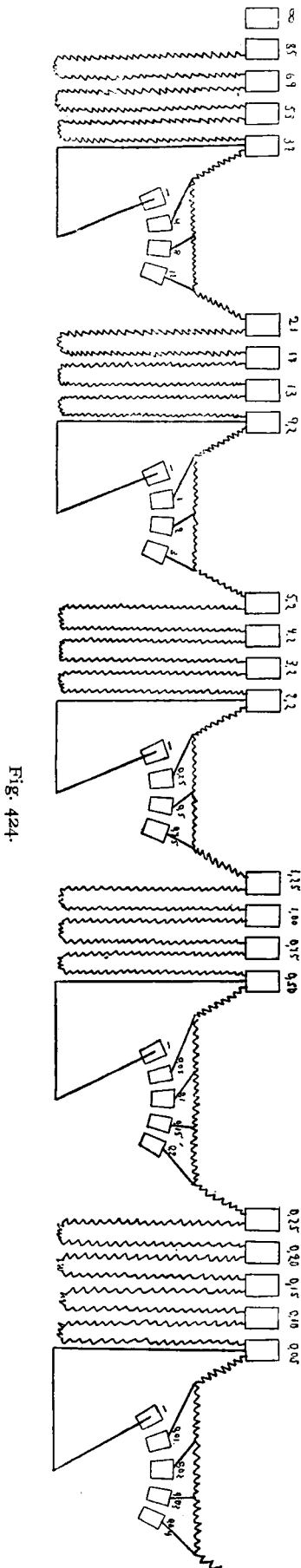


Fig. 424.

Widerständen für die gleiche Stromstärke berechnet sein muss, was namentlich bei Starkstromwiderständen erheblich ins Gewicht fällt. Ausserdem sind natürlich auch die äusseren Dimensionen bei meinem Widerstande erheblich kleiner wie bei einem Dekadenrheostaten.

Was die Belastungsfähigkeit des hier in Gebrauch befindlichen und nach den angegebenen Prinzipien gebauten Widerstandes anbetrifft, so sind die aus Nickelin bestehenden Widerstandsdrähte bzw. Widerstandsbleche für folgende Dauerbelastungen erprobt worden. Von seinem grössten Widerstande herab bis zu 5 Ohm

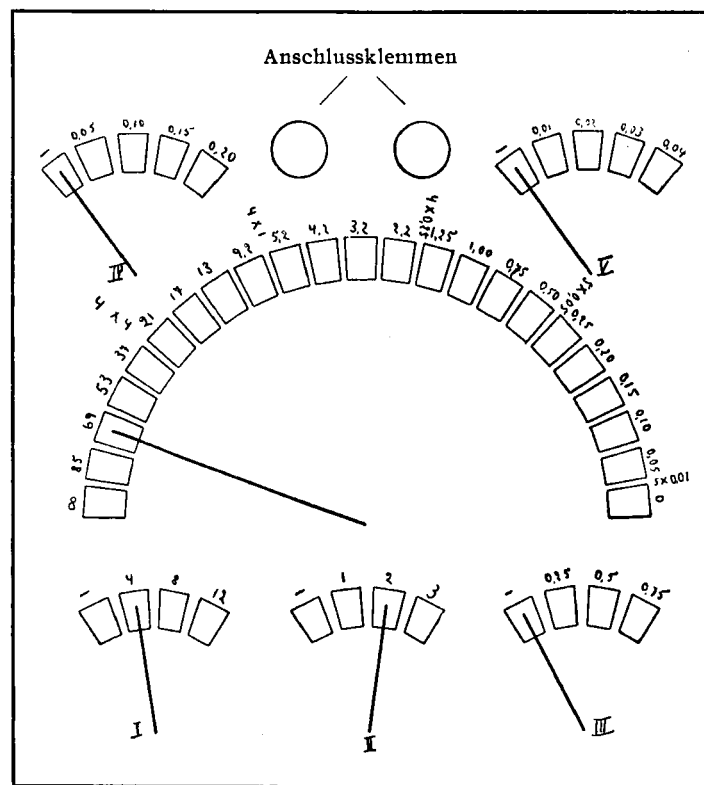


Fig. 425.

herunter kann der Widerstand ohne irgend einen Zusatzwiderstand direkt an 220 Volt angeschlossen werden. Er verträgt also bei 85 Ohm etwa 3 und bei 5 Ohm etwa 45 Amp. Für die kleineren Widerstände sind die sich allmählich erhöhenden Belastungsgrenzen, die sich, ohne dass die äusseren Dimensionen des Widerstandes deshalb vergrössert werden müssten, auch noch weiter steigern liessen, durch folgende Stromstärken gegeben: 2 Ohm 60 Amp., 1 Ohm 75 Amp., 0,5 Ohm 85 Amp. und darunter 100 Amp.

Die einzelnen Widerstandsdrähte und -Bleche sind auf Porzellanrollen in einem Kasten aus perforiertem Eisenblech montiert, der auf leicht bewegliche Doppelrollen gesetzt ist. Die Kontakte und Kurbeln befinden sich auf einer

Marmorplatte, die den Kasten nach oben abdeckt. Der Widerstand ist 100 cm hoch bei einer Länge und Breite von je 50 cm.

Zum Schluss sei bemerkt, dass der hier beschriebene Widerstand seit über zwei Jahren in Gebrauch ist, und dass er in dieser Zeit für die verschiedenartigsten Zwecke, die sich in den beiden hiesigen physikalischen Instituten heraus-

stellten, benutzt wurde und sich in allen Fällen ausserordentlich bewährt hat¹⁾.

Leipzig, Theoretisch-Physikalisches Institut, Oktober 1907.

¹⁾ Die Anfertigung derartiger Widerstände, für die gesetzlicher Schutz angemeldet ist, hat Herr Universitätsmechaniker A. Dornfeld, Leipzig, übernommen. Der Preis stellt sich auf etwa 350 Mk.

QUALITATIVER NACHWEIS KLEINER ZINKMENGEN AUF ELEKTROCHEMISCHEM WEGE.

Von Walter Neumann.



er im üblichen Analysengange angewandte Zinknachweis durch Fällung mit H_2S gehört zu den weniger leistungsfähigen Reaktionen der qualitativen Analyse und wengleich die Ferrocyanalkaliumreaktion eine bedeutend höhere Empfindlichkeit besitzt, so dürfte die Angabe einer noch empfindlicheren Reaktion nicht unwillkommen sein.

Die hier vorgeschlagene Reaktion besteht in der elektrolytischen Ausfällung des Zinks auf einer Kupferkathode aus einer Alkalizinkatlösung. Die Verwendung der Elektrolyse zu mikrochemischen Zwecken bietet verschiedenerlei Vorteile, speziell wenn es sich um die Analyse äusserst verdünnter Lösungen handelt. Die Möglichkeit, sehr kleine Elektrolysierzellen zu verwenden, erlaubt es, auch verhältnismässig kleine Mengen verdünnter Lösungen weitgehend zu konzentrieren. Ein weiterer Vorteil besteht in der Verdichtung des Metalles auf einer geringen Fläche, falls man als Kathoden dünne, nur wenige Millimeter in die Flüssigkeit tauchende Drähte verwendet, und schliesslich gewährleistet die intensive Farbwirkung schon sehr dünner Metallschichten die Sichtbarkeit auch sehr geringer Metallmengen. Natürlich muss dafür Sorge getragen werden, dass das Material der Kathode eine von der Farbe des abzuscheidenden Metalles verschiedene Farbe besitzt. Für die Ausscheidung und Erkennung des Zinks hat sich Kupfer als Kathodenmaterial am besten bewährt. Versuche, dasselbe durch Kohle zu ersetzen, waren nicht erfolgreich.

Die Erprobung der Methode wurde mit Lösungen angestellt, die in Bezug auf Zink $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{40000}$ n. und in Bezug auf KOH sämtlich etwa $\frac{1}{10}$ n. waren. Als Elektrolysierzelle diente ein kleines Wägegöläschen mit doppelt durchbohrtem Korkstopfen, dessen Bohrungen enge Glasröhrchen trugen. Letztere dienten als Führungen für die Elektrodendrähte. Der Anodendraht bestand aus Platin, als Kathode diente ein blank geputzter Kupferdraht. Beide Drähte hatten $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser. Die angelegte

Spannung betrug 10 Volt. Die Zeit, nach welcher ein deutlich sichtbarer Ueberzug der Kathode auftritt, ist selbstverständlich weitgehend von der Konzentration der untersuchten Lösung abhängig. Während bei $\frac{1}{100}$ molaren Zinklösungen ein Bruchteil einer Minute vollauf genügt, erfordern $\frac{1}{40000}$ molare Lösungen eine etwa dreistündige Elektrolyse. Bei längere Zeit dauernden Versuchen macht sich die Erwärmung der Flüssigkeit durch den elektrischen Strom störend geltend, denn es tritt dann — wahrscheinlich infolge von Oxydation — eine Schwarzfärbung des Kupferdrahtes ein. — Dieser Uebelstand lässt sich leicht beseitigen, indem man die Flüssigkeit von aussen kühlt. Einen passenden Kühler kann man sich aus einem grösseren „Chlorcalciumröhrchen“ improvisieren.

Mit der beschriebenen Anordnung lässt sich das Zink in $\frac{1}{3}$ ccm $\frac{1}{40000}$ molarer Lösung noch deutlich nachweisen. Will man die Empfindlichkeit der Methode darüber hinaus steigern, so müssen noch geringere Mengen der Lösung und ein feinerer Kupferdraht verwendet werden — geringere Mengen der Lösung deshalb, weil mit der Verdünnung nicht weit unter $\frac{1}{40000}$ Normalität gegangen werden darf; aus $\frac{1}{120000}$ molaren Zinklösungen wird unter den oben eingehaltenen Bedingungen durch den elektrischen Strom überhaupt kein Zink mehr ausgefällt.

Die in vorstehender Fig. 426 abgebildete Anordnung hat sich für den Nachweis sehr kleiner Zinkmengen gut bewährt. Als Elektrolysiergefäss dient ein unten zugeschmolzenes

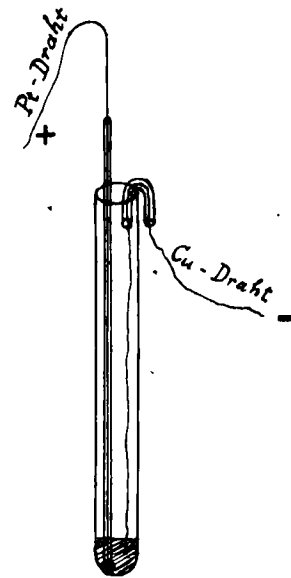


Fig. 426.