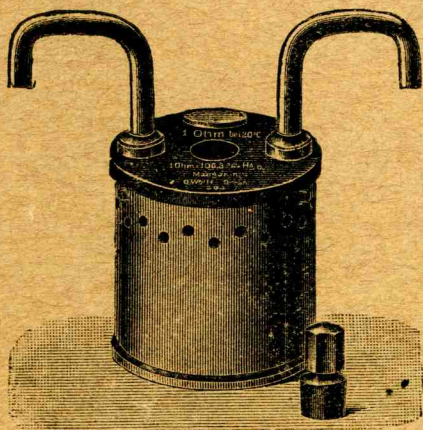


OTTO WOLFF

BERLIN W. 35, Karlsbad No.15

Weltausstellung, Paris 1900
... Goldene Medaille ...

Weltausstellung, St. Louis
... 1904 Grand Prize ...



Spezial-Fabrik

für

Präzisions-Widerstände

aus

MANGANIN.

669204
171884

Preis-Verzeichnis

No. IV

über Elektrische
Mess-Instrumente

Präzisions-Wider-
stände aus Manganin

nach der Methode der Physikalisch-
.... Technischen Reichsanstalt

Durch das Erscheinen dieser Preis-
Liste werden alle früheren ungültig

Otto Wolff, Mechan. Werkstatt

Berlin W. 35, Karlsbad 15

Vorbemerkungen.



1. Alle Preise verstehen sich **netto Kassa hier**, ausschliesslich Kisten und Verpackung, welche billigst berechnet, aber **nicht** zurückgenommen werden. **Erfüllungsort** für alle Verträge ist **Berlin**.

2. Die Gewichtsangaben bei den einzelnen Apparaten sind nur ungefähre und ohne Verbindlichkeit.

3. **Verpackung** wird sorgfältigst ausgeführt, ich übernehme aber **keine** Gewähr gegen etwaige **Beschädigung** der Apparate während des Transportes.

4. Mir **unbekannte Besteller** wollen, falls sie keine Referenzen aufgeben, den dritten Teil vom Betrage bei der Bestellung miteinsenden. Bei Bestellungen vom **Auslande** ist der Restbetrag **vor Absendung** der Instrumente zu bezahlen.

5. Die in der Preisliste enthaltenen **Abbildungen** gelten nur als Type; ich behalte mir Veränderungen an den Apparaten jederzeit vor, wenn ich solche als Verbesserungen erkannt habe.

6. Ich bitte dringend bei Bestellung die **Preislisten-Nummern, Modell-Nummern** und die gewünschten Widerstandswerte, sofern sich diese nicht von selbst ergeben, recht genau zu bezeichnen.

7. **Beglaubigungen** der Widerstände durch die Reichsanstalt lasse ich nur auf besonderen Auftrag ausführen; die **Kosten** dafür sind in den Preisen **nicht** enthalten, es ist jedoch aus den Angaben der Preisliste leicht zu berechnen, wie hoch sich die Kosten bei den einzelnen Apparaten belaufen. Auch bitte ich anzugeben, ob Beglaubigung als **Präzisionswiderstand** oder als **Gebrauchswiderstand** gewünscht wird.

8. Die **Gebühren** für die Beglaubigung setze ich nur mit den von mir bar verauslagten Summen in Rechnung, dieselben sind daher **sogleich** nach Empfang der Apparate ohne jeden Abzug **zurückzuzahlen**



Allgemeine Bemerkungen über die Präzisions-Widerstände aus Manganin.

(Nach der Methode der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die vor ca. 20 Jahren von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angegebene, jetzt wohl allgemein benutzte Herstellungsmethode für Präzisionswiderstände besteht bekanntlich darin, dass der mit Seide doppelt besponnene Widerstandsdraht, wenn möglich in nur einer Lage, auf ein gut isoliertes, dünnwandiges Metallrohr von möglichst grossem Durchmesser gewickelt wird, mit Schellack lackiert und 10 Stunden lang auf 140°C im Trockenschrank erhitzt wird. Durch dieses Erhitzen sollen die durch das Ziehen des Drahtes und das Wickeln der Rollen hervorgerufenen Spannungen wieder beseitigt werden; es findet hierdurch eine ziemlich starke Abnahme des Widerstandes statt, die bis zu mehreren Prozent betragen kann und der Widerstand wird sofort konstant, während andere Widerstände, die nicht erhitzt worden sind, ihren Widerstandswert noch sehr lange nach dem Wickeln ändern. Als Widerstandsmaterial verwende ich ausschliesslich Manganin, welches sich durch seinen sehr geringen Temperaturkoeffizienten, der bei den verschiedenen Draht- und Blechstärken etwa zwischen $-0,00001$ und $+0,00002$ pro 1°C liegt, sowie durch seine sehr geringe thermoelektrische Kraft gegen Kupfer, die ca. $1,5$ Mikrovolt pro 1°C beträgt, als das bis jetzt geeignetste Material für Präzisionswiderstände erwiesen hat. Dies ist kürzlich auch vom Bureau of Standards in Washington hervorgehoben worden. Ueber die ausserordentlich gute Konstanz solcher Manganinwiderstände, wenn dieselben nach der Methode der Reichsanstalt hergestellt und richtig behandelt wurden, liegen nunmehr seit einer langen Reihe von Jahren, besonders durch die regelmässig alle Jahre stattfindenden Kontrollmessungen der Reichsanstalt, so viele günstige Erfahrungen vor, dass es wohl unnötig ist, hierauf noch näher einzugehen. Im Jahre 1907 wurden allerdings von dem Bureau of Standards in Washington Beobachtungen veröffentlicht, aus welchen hervorgeht, dass Widerstände, namentlich solche von höheren Beträgen, etwa von 1000 Ohm an, kleine periodische Aenderungen der Werte zeigen, die mit Aenderungen der Luftfeuchtigkeit zusammenhängen und zwar in dem Sinne, dass bei höherer Luftfeuchtigkeit auch die Widerstandswerte höher werden. Dies wird dadurch erklärt, dass der Schellack, mit dem die Widerstände lackiert sind,

Feuchtigkeit aufnimmt, aufquillt und durch Zug auf den Widerstandsdraht eine elastische Verlängerung und damit eine Erhöhung des Widerstandes hervorruft, die bei Abnahme der Feuchtigkeit wider verschwindet. Diese Aenderungen, die sich — wie gesagt — im wesentlichen nur bei hohen Widerständen aus dünnem Draht störend bemerkbar machen, sind an sich nur sehr gering, sodass sie nur bei sehr genauen Widerstandsvergleichen in Frage kommen und bei sehr starken Feuchtigkeitsschwankungen der Luft, wie solche z. B. in Washington vom Winter zum Sommer besonders stark vorkommen. Dies ist wohl auch der Grund, dass man gerade dort zuerst auf diesen Umstand aufmerksam geworden ist, während anderswo bisher nichts davon gemerkt wurde, weil eben die Einwirkung dieser Fehlerquelle zu geringfügig war. —

Wenn die Widerstände, wie es das Bureau of Standards empfiehlt, durch Paraffinieren gegen die Einwirkung der Feuchtigkeit geschützt werden, bleiben sie vollständig konstant. Bei Normal-Widerständen, bei welchen ja das Paraffinieren wegen des Einhängens in Petroleumbäder zwecklos wäre, wird empfohlen, dieselben mit Petroleum gefüllt luftdicht abzuschliessen; dann bleiben sie ebenfalls vollständig konstant. Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit lässt sich jedoch, wie durch zur Zeit im Gang befindliche Versuche der Reichsanstalt festgestellt ist, ausserordentlich vermindern, vielleicht sogar praktisch ganz beseitigen, dadurch dass die Widerstände dauernd unter reinem Paraffinöl aufbewahrt werden und auch da, wo es sich um sehr genaue Widerstandsvergleichen handelt, Bäder von Paraffinöl statt von Petroleum benutzt werden; das Petroleum saugt nämlich die Feuchtigkeit aus der Luft auf und giebt sie an die Widerstände ab, während Paraffinöl sehr viel weniger hygroskopisch ist. Es werden übrigens bereits seit einiger Zeit Versuche durch die Reichsanstalt angestellt, um durch einige Abänderungen in der Herstellung der Widerstände die in Washington aufgedeckte Fehlerquelle vollständig zu beseitigen, und es ist zu erwarten dass diese Versuche Erfolg haben werden. Bis dahin werden von mir alle Widerstände über 100 Ohm, soweit dieselben in Apparate eingebaut werden, die nicht in Petroleum kommen, paraffiniert. Auf Wunsch bin ich auch sehr gern bereit, Normal-Widerstände mit höheren Widerstandswerten mit Petroleum- oder besser noch Paraffinölfüllung (evtl. mit eingelassenem Thermometer) luftdicht verschlossen zu liefern. Preise auf Anfrage.

Im übrigen werden die Widerstände genau wie bisher angefertigt. Die Enden der Widerstandsdrähte werden mit Silber stumpf an kleine Kupferscheiben gelötet und diese dann mittelst Schrauben und Zinnlötung auf die Unterfläche der starken Kupferbügel angelötet. Eine Hartlötung

ist an dieser Stelle wegen der Nähe des Hartgummideckels nicht gut ausführbar, es sind jedoch in der Preisliste (Mod. IV S. 11) auch neuere Modelle aufgeführt, bei denen die Zinnlötungen ganz vermieden sind. Uebrigens ist eine Verschraubung und gleichzeitige Lötung mit Zinn, wenn sie sorgfältig ausgeführt ist, wenigstens bei den Drahtwiderständen ganz unbedenklich und zuverlässig, da man ja Kupfer auf Kupfer lötet.

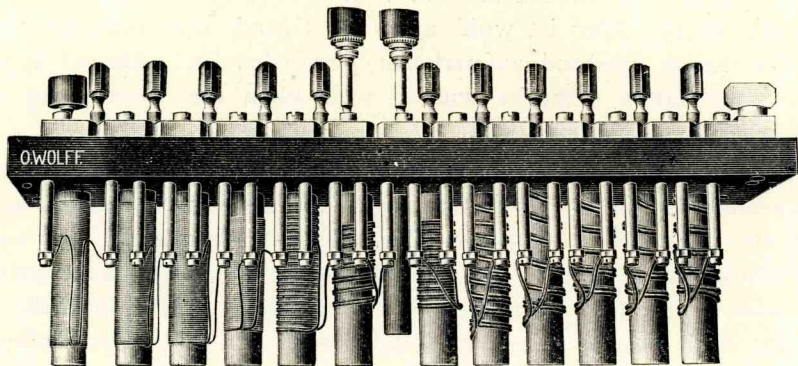


Fig. 1.

Die einzelnen Widerstände in den Widerstandskästen und Widerstandssätzen werden genau nach derselben Methode wie die Normalwiderstände hergestellt, nur mit dem Unterschiede, dass der Raumersparnis wegen Rohre von geringerer Stärke genommen werden. Die an die Enden der Widerstandsdrähte gelöteten Kupferscheiben werden ebenfalls mit den Enden von starken Kupferstiften verschraubt und verlötet, die in die Unterflache der Metallstücke für die Kontakte eingeschraubt und gelötet sind, und dadurch eine vollständig sichere Verbindung der Schalteinrichtungen mit den Widerständen herstellen. Die vorstehende Abbildung (Fig. 1) zeigt einen Stöpselwiderstandskasten mit den im Innern befindlichen Widerständen und kann als Typus für die Ausführung derartiger und ähnlicher Apparate angesehen werden.

Bei den Widerständen von kleinerem Betrage, die aus Manganinblechen hergestellt werden und verhältnismässig stärker belastet werden als die Drahtwiderstände, erschien es dagegen wünschenswert, Zinnlötungen an dem Widerstande soviel wie möglich zu vermeiden. Bei den älteren Konstruktionen wurden die Manganinbleche zunächst an passende Kupferstreifen hart gelötet und dann diese Kupferstreifen mittelst Schrauben und Zinnlötung mit den starken Kupferstücken zum Anschliessen der Strom-

zuführungskabel verbunden. Bei der neueren Ausführung werden jedoch die Widerstandsbleche direkt hart in die massiven Kupferstücke für die Stromzuführung eingelötet. Fig. 2 zeigt die Ansicht eines Normalwiderstandes, Mod. Va

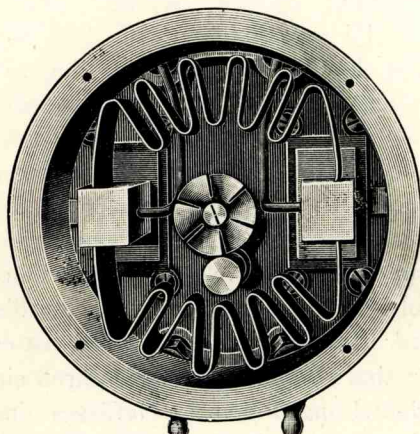


Fig. 2.

von 0,001 Ohm, nach Abnahme des Gefäßes und des Bodens der Wasserkühlung von unten gesehen. Die starken kupfernen Abzwegleitungen sind ebenfalls hart in die massiven Kupferstücke eingelötet und nur die Verbindung derselben mit den auf den Deckel isoliert sitzenden Abzweigschrauben ist durch Verschraubung und Zinnlötung hergestellt. Bei den als Mod. IV bezeichneten Blechwiderständen ist auch noch diese letzte Weichlötung vermieden durch die Anordnung, dass hier Stromzuführung und Abzweigklemmen aus einem Kupfer-Gussstücke bestehen, in welches die Manganinbleche hart eingelötet sind.



A. Normal-Widerstände.

I. Kleines Modell.

Unter der Bezeichnung „Kleines Modell“ sind die nachstehend aufgeführten Modelle I bis IV zu verstehen, die alle das gemeinsam haben, dass sie zum Einhängen in Quecksilbernäpfe eingerichtet sind und zwar mittelst Kupferbügel, deren Zapfen bei allen Modellen den gleichen Abstand von einander (160 mm von Mitte zu Mitte) und gleiche Höhe vom Boden an gerechnet (125 mm bis zur Unterfläche des Zapfens) haben, sodass dieselben sämtlich in dasselbe Petroleumbad gehängt und leicht gegeneinander vertauscht werden können. Der Widerstand befindet sich im Innern eines Messinggefäßes von 80–90 mm Durchmesser, das durch einen Hartgummideckel verschlossen ist, auf welchem die Bügel für die Stromzuführung befestigt sind. In der Mitte des Deckels ist eine durch einen Hartgummistöpsel verschliessbare Oeffnung zum Einführen eines Thermometers angebracht und in dem Mantel und Boden des Gefäßes eine Anzahl Löcher vorhanden, um das Petroleum durch das Innere der Büchse zirkulieren zu lassen.

Die Strombelastung der Widerstände, Modell I bis IV, soll im Petroleumbad (ohne Kühlung) und auch auf kürzere Zeit in Luft nicht über 1 Watt betragen, wenn dieselben in erster Linie für genaue Widerstandsvergleichen benutzt werden sollen; bei Verwendung für Strommessungen können dieselben im Petroleumbad ohne Bedenken bis zu 10 Watt belastet werden, nach Versuchen der Reichsanstalt bei guter Kühlung des Petroleumbades sogar bis zu 100 Watt, wenn dieselben nur für Strommessungen bestimmt sind und eine Genauigkeit von etwa $\frac{1}{2}$ Tausendstel für die Messung ausreichend ist. Wenn nun auch eine derartig hohe Belastung bei Blechwiderständen nicht bedenklich ist, würde es sich doch empfehlen, bei Drahtwiderständen aus Rücksicht auf die dauernde Unveränderlichkeit ihrer Werte eine Belastung von 10 Watt im Petroleumbade nicht zu überschreiten. Danach würde die maximale Stromstärke beim Gebrauch der Widerstände im Petroleum betragen:

| für den Widerstand | | bei Präzisionsmessungen und Widerstandsvergleichen | bei Strommessungen im „technischen“ Gebrauch |
|--------------------|-----|---|---|
| 100 000 | Ohm | 0,003 Amp. | 0,01 Amp. |
| 10 000 | „ | 0,01 „ | 0,03 „ |
| 1 000 | „ | 0,03 „ | 0,1 „ |
| 100 | „ | 0,1 „ | 0,3 „ |
| 10 | „ | 0,3 „ | 1 „ |
| 1 | „ | 1 „ | 3 „ |
| 0,1 | „ | 3 „ | 10 „ |
| 0,01 | „ | 10 „ | 100 „ |
| 0,0 1 | „ | 30 „ | 300 „ |
| 0,0001 | „ | 100 „ | 1000 „ |

1. Normal-Widerstand, Mod. I

für Widerstände von 1, 10, 100, 1000, 10000 Ohm (Fig. 3) Mk. 30,—, Gewicht ca. 0,55 kg.

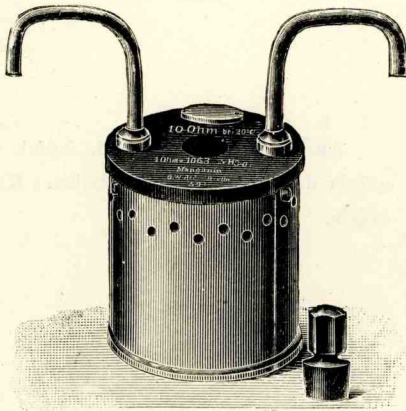


Fig. 3.

Die Widerstände von 1, 10, 100 Ohm sind bifilar, die von 1000 und 10000 Ohm nach Chaperon gewickelt. Die Kupferbügel sind glatt, ohne Klemmen, der Widerstand rechnet von den Enden der Kupferbügel ab, so dass mehrere hinter einander geschaltet werden können, z. B. zum Vergleichen von Summen mit den entsprechend höheren Werten. Auf Wunsch wird dieses Modell auch mit Bügeln mit Klemmen geliefert, wie diejenigen in Fig. 4. Bei dieser Ausführung zählt der Widerstand dann von den Abweiggklemmen ab, wenn es nicht ausdrücklich anders gewünscht wird. Bei Bestellung von Widerständen unter 10 Ohm ist dies zu beachten, bei den höheren Werten ist die Differenz zu vernachlässigen.

Der Preis des Modell I mit Bügein mit Klemmen beträgt Mk. 35,—, Gewicht ca. 0,6 kg.

2. Normal-Widerstand, Mod. II

von 100000 Ohm (Fig. 4) Mk. 75,—, Gewicht ca. 1 kg.

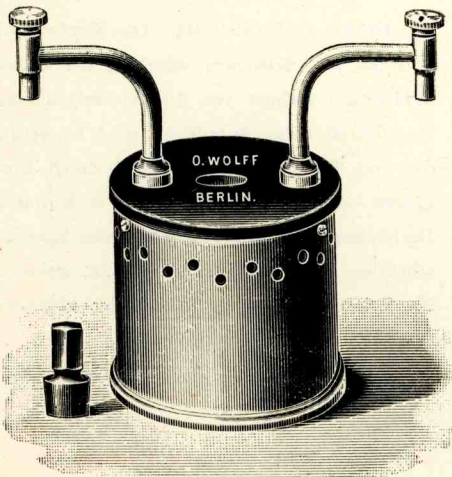


Fig. 4.

Der Widerstand besteht der besseren Isolation und Wärmeabgabe wegen aus fünf hinter inandergeschalteten, bifilar gewickelten Widerständen von je 20000 Ohm.

3. Normal-Widerstand, Mod. III

von 0,1 oder 1 Ohm (Fig. 5) . . . Mk. 35,—, Gewicht ca. 0,7 kg.

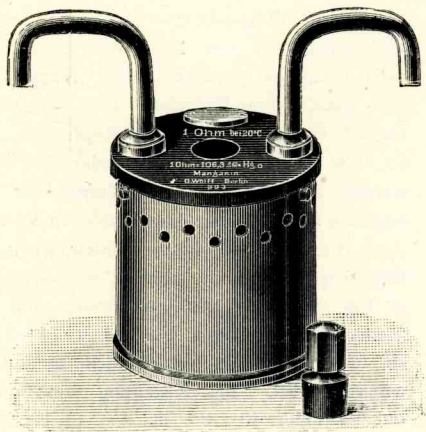


Fig. 5.

Ausführung wie Modell I, jedoch etwas grösser dimensioniert und mit stärkeren Kupferbügeln.

4. Normal-Widerstand, Mod. IIIa

von 0,1 oder 1 Ohm (Fig. 6) . . . Mk. 40,—, Gewicht ca. 0,75 kg.

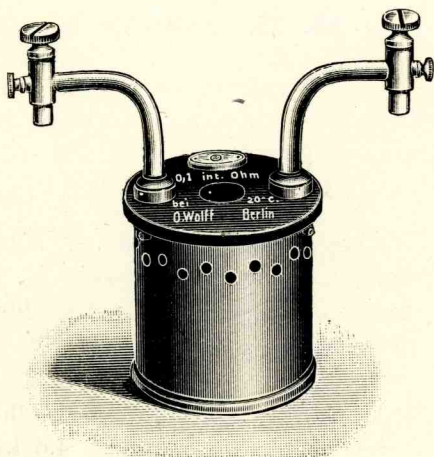


Fig. 6.

Grösse wie Modell III. Die Kupferbügel sind mit je 2 Klemmen versehen, der wahre Widerstand rechnet von den Abzweigpunkten ab. Durch diese Anordnung wird bezweckt, dass die Stromzuführung sowohl durch Einhängen in Quecksilbernapfe, als auch durch Drahtleitung, die an die beiden grossen Klemmschrauben gelegt wird, erfolgen kann, während die Spannungsleitung an die beiden kleineren seitlichen Schrauben gelegt wird.

5. Normal-Widerstand, Mod. IVa (Fig. 7)

von 0,1 oder 1 Ohm Mk. 40,—, Gewicht ca. 0,85 kg.
 „ 0,01 „ 0,001 „ „ 45,—, „ „ 0,85 „

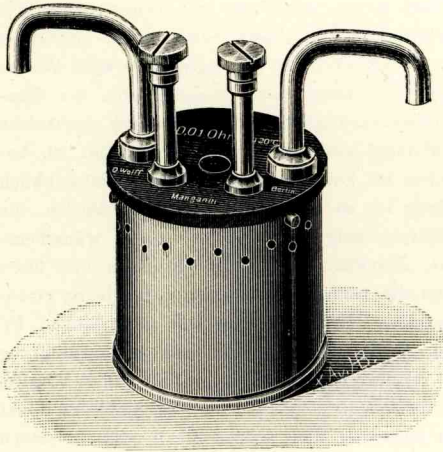


Fig. 7.

Grösse wie bei Modell III. Glatte Kupferbügel; für die Abzweigungen sind 2 besondere Kupfersäulen auf dem Deckel angebracht, die im Innern direkt an die Lötstelle des Widerstands-Drahtes respekt. -Blechtes mit dem Stromzuführungsbügel herangeführt sind. Hierdurch wird erreicht, dass der Widerstand der Kupferbügel von dem Messwiderstande ausgeschlossen ist, was besonders bei den kleineren Widerständen von Wichtigkeit ist, da andernfalls der Temperaturkoeffizient des Widerstandes erheblich grösser sein würde.

6. Normal-Widerstand, Mod. IV

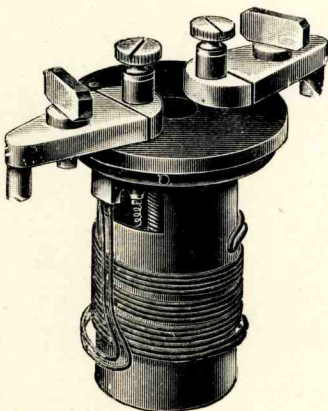


Fig. 8.

Drahtwiderstände von 1 od. 0,1 Ohm (Fig. 8) Mk. 50,—, Gewicht ca. 1,35 kg.

Blechwiderstände von 0,01 oder 0,001 Ohm Mk. 50,—, Gewicht ca. 1,75 kg.

Blechwiderstand von 0,0001 Ohm, (Fig. 9) Mk. 100,—, Gewicht ca. 1,95 kg.

Blechwiderstand von 0,00001 Ohm Mk. 200,—, Gewicht ca. 4,6 kg.

Bei den bisher aufgeführten Modellen I bis IVa wird die Verbindung des eigentlichen Widerstandes mit dem Stromzuführungsbügel dadurch hergestellt, dass die Enden der Widerstandsdrähte resp. -Bleche stumpf mittelst Silber an besondere Kupferringe gelötet werden und diese Ringe dann durch Schrauben und Zinnlötungen mit den Kupferbügeln fest verbunden werden, da sich wegen der Nähe des Hartgummideckels Hartlötungen an dieser Stelle nicht ausführen lassen. Es sind also bei jedem derartigen Widerstande mindestens zwei, zuweilen auch vier Zinnlötstellen vorhanden. Wenn nun auch eine solche Zinnlötung, wenn sie sorgfältig ausgeführt ist, besonders bei Drahtwiderständen ganz unbedenklich zulässig ist, so war es bei Blechwiderständen, die verhältnismässig höher belastet werden, wünschenswert, Zinnlötungen ganz zu vermeiden und überhaupt die Anzahl der Lötungen möglichst einzuschränken. Ich habe dies bei dem Modell IV (Fig. 9) dadurch erreicht, dass Stromzuführung und Abzweigung aus einem einzigen Stück Kupferguss bestehen, in welches die Maganinbleche direkt hart eingelötet sind, sodass alle übrigen Lötstellen fortfallen. Eine ausführliche Beschreibung dieser neueren Ausführungsform ist veröffentlicht in der

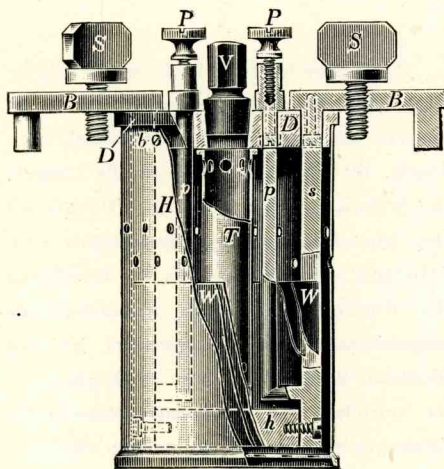
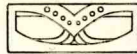


Fig. 9.

„Zeitschrift für Instrumentenkunde“, Januar 1903. Auch bei den Drahtwiderständen von 1 und 0,1 Ohm, die nach demselben Prinzip angefertigt sind, sind die Widerstandsdrähte vollständig hart eingelötet, sodass auch hier Zinnlötungen ganz vermieden sind. Auf den oberen, breiten Flächen der Stromzuführungen sind kräftige Flügelschrauben zum Aufschrauben von Kabeln angebracht, um die Widerstände auch ohne Quecksilbernäpfe benutzen zu können.



II. Grosses Modell.

Die als „Grosses Modell“ bezeichneten Normalwiderstände unterscheiden sich abgesehen von ihrer grösseren Dimensionierung, von dem „Kleinen Modell“ dadurch, dass ein besonderes Petroleumbad zum Einhängen derselben nicht erforderlich ist, da das Petroleum direkt in das Gefäss des Widerstandes gefüllt wird. Diese Widerstände sind vorzugsweise für Starkstrommessungen bestimmt und erfordern daher einerseits grosse Kontaktflächen und kräftige Schrauben zum sicheren Befestigen der starken Stromzuführungskabel und andererseits Kühleinrichtungen zur Fortschaffung von beträchtlichen Wärmemengen. Zu diesem Zwecke befindet sich im Innern des Apparates eine Turbine, die mittelst Schnurlauf von einem kleinen Elektromotor getrieben werden kann und das Petroleum um das die Widerstandsbleche engumschliessende Kühlgefäss zirkulieren lässt. Das ringförmige Kühlgefäss wird von Wasser durchflossen, welches durch Düsen auf dem Deckel ein- und austritt, und das erwärmte Petroleum wieder abkühlt. Eine Kurzschlussbrücke, die seitlich an die beiden starken Kupferstücke geklemmt werden kann, ermöglicht, den Widerstand zeitweise aus dem Stromkreis auszuschalten. Die Preise des grossen Modells verstehen sich exkl. Kabelschuhe.

7. Normal-Widerstand, Mod. V

von 0,01 oder 0,001 Ohm (Fig. 10), Mk. 190,—, Gewicht ca 9,7 kg.

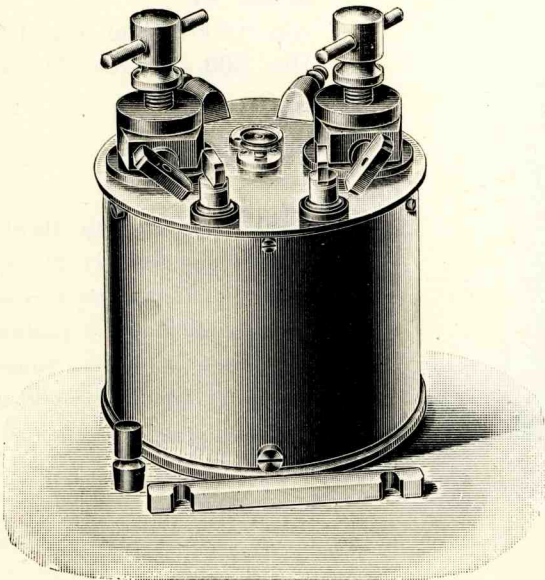


Fig. 10.

Dies Modell hat runde Kabelanschlussstücke aus Kupfer von ca. 2000 qmm Oberfläche, auf welche die Kabelschuhe mittelst kräftiger Knebelschrauben aufgeschraubt werden können. Dies Modell kann bei guter Wasserkühlung bis ca. 500 Watt belastet werden. Auf Wunsch werden auch Widerstandswerte zwischen 0,01 und 0,001 Ohm liegend zum gleichen Preise geliefert.

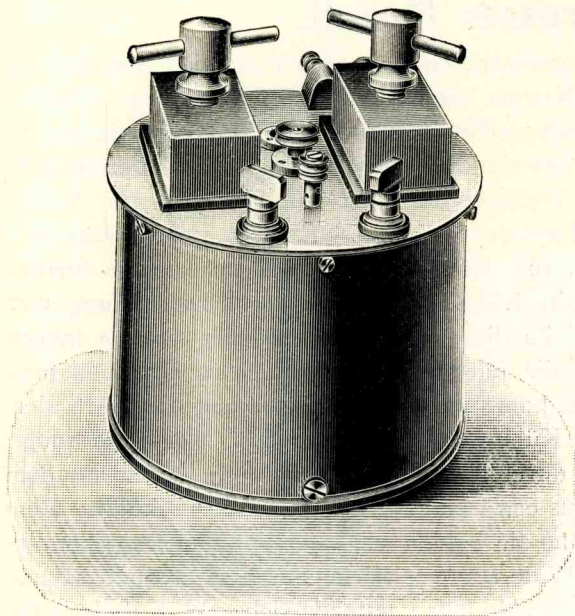


Fig. 11.

8. Normal-Widerstand, Mod. Va

von 0,001 Ohm (Fig. 11)
Mk. 250,—, Gewicht ca.
15,5 kg.

Dies Modell ist grösser dimensioniert wie das vorige und hat rechteckige Kabel-Anschlussstücke von 10×5 cm (5000 qmm) Oberfläche mit je einer Knebelschraube zum Befestigen der Kabelschuhe. Belastung bis 1000 Watt bei Wasserkühlung.

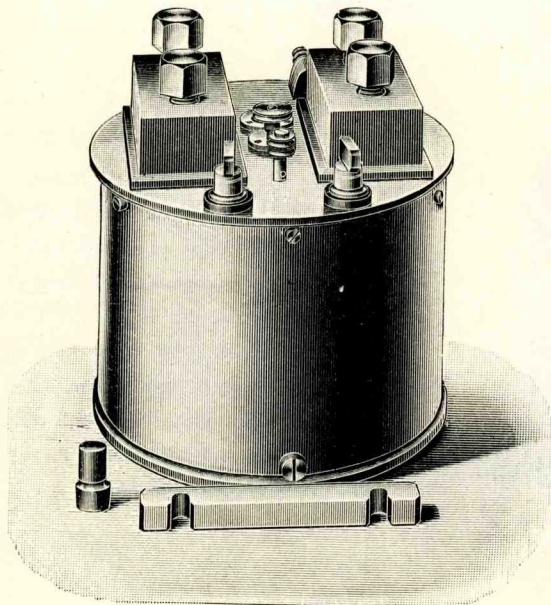


Fig. 12.

9. Normal-Widerstand, Mod. VI

von 0,0001 Ohm (Fig. 12)
Mk. 300,—, Gewicht ca.
18 kg.

Grösse wie das vorige Modell. Kabel-Anschlussstücke $11 \times 5 \frac{1}{2}$ cm (6000 qmm) Oberfläche mit 2 Sechskantbolzen, um eventl. 2 parallele Kabel anlegen zu können. Strombelastung ebenfalls bis 1000 Watt bei Wasserkühlung.

10. Normal-Widerstand, Mod. VII

von 0,0001 Ohm (Fig. 13) . . . Mk. 500,—, Gewicht ca. 40,5 kg.
 „ 0,00001 „ (Fig. 13) . . . „ 700,—, „ „ 55 „

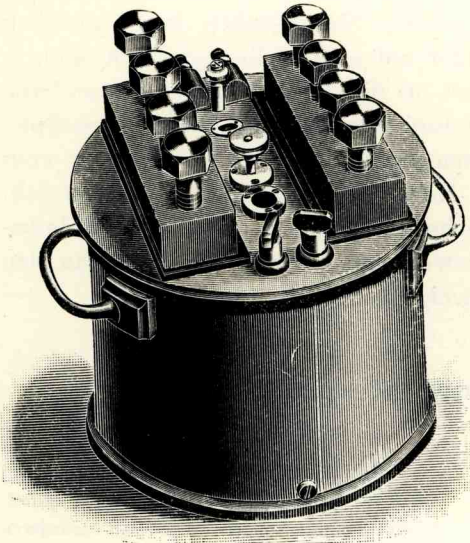


Fig. 13.

Dies Modell ist entsprechend grösser dimensioniert wie das vorige und kann bis ca. 2500 Watt belastet werden. Die Kabelanschlussstücke haben 20×6 cm (12000 qmm) Kontaktfläche und je 4 Sechskantbolzen.

Dies Modell kann auch auf Wunsch mit Widerstandswerten zwischen 0,0001 und 0,00001 Ohm geliefert werden. Preise auf Anfrage.

Die sämtlichen vorstehend angegebenen Widerstände können auf Wunsch durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beglaubigt werden. Die Gebühren für die Beglaubigung, welche in den angegebenen Preisen nicht einbegriffen sind, betragen für jeden Einzelwiderstand für Beglaubigung als Gebrauchswiderstand (Fehlergrenze $\pm 0,005$ des Sollwertes) Mk. 2,—, für Beglaubigung als Präzisionswiderstand (Fehlergrenze $\pm 0,001$ des Sollwertes) Mk. 8,—. Bei Beglaubigung als Gebrauchswiderstand wird der wahre Widerstand bei einer Temperatur (mittlere Zimmertemperatur) ermittelt, bei Beglaubigung als Präzisionswiderstand bei 2 verschiedenen Temperaturen und der daraus berechnete Temperaturkoeffizient angegeben.



B. Verzweigungswiderstände.

Die Verzweigungswiderstandsbüchsen werden benutzt zum Vergleichen von nahezu gleichen Normalwiderständen, sowohl nach der Wheatstoneschen als auch nach der Thomsonschen Methode. Sie bestehen aus 2 gleichen Widerständen, die gemeinschaftlich bifilar auf eine Rolle gewickelt sind, je ein Ende der beiden Widerstände führt an die Mittelklemme, die anderen Enden an je einen Kupferbügel zum Einhängen in die Quecksilbernäpfe. Der Abstand der Bügelenden von einander und die Höhe derselben vom Boden ab ist die gleiche wie bei den Normalwiderständen, kleines Modell, sodass die Verzweigungswiderstandsbüchsen ebenfalls in dasselbe Petroleumbad passen. Durch Umsetzen der Verzweigungswiderstände kann man den Fehler der Ungleichheit der beiden Zweige beseitigen.

11. Verzweigungswiderstand mit Interpolation (Fig. 14)

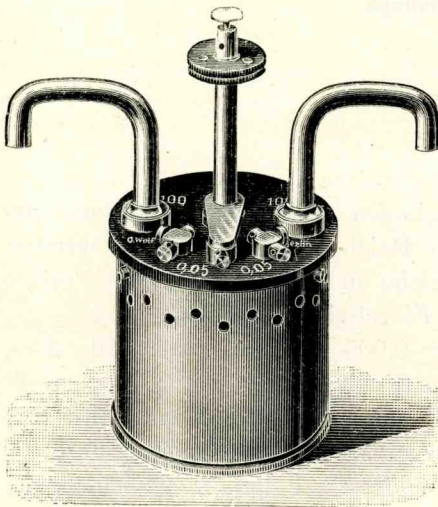


Fig. 14.

Mk. 75,—, Gewicht ca. 0,8 kg.

Die inneren Enden der beiden gleichen Widerstände sind nicht direkt an die Mittelklemme geführt, sondern an je einen besonderen Kontakt auf dem Hartgummideckel. Zwischen diesen beiden Kontakten liegt ein Widerstand von $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{1000}$ des Wertes eines Zweiges, dessen Mitte wieder an einem dritten Kontakt zwischen den beiden anderen liegt. Eine Kurbel von der Mittelklemme aus schleift über die 3 Kontakte. Steht die Kurbel auf dem mittelsten Kontakt, so sind die beiden Zweige gleich gross. Stellt man die Kurbel auf den seitlichen Kontakt links, so ist der rechte Zweig um $\frac{1}{100}$ resp. $\frac{1}{1000}$ seines Wertes grösser als der linke, und umgekehrt.

Die Widerstände werden nach Wunsch mit 10, 100 oder 1000 Ohm geliefert.

12. Verzweigungswiderstand ohne Interpolation

Mk. 50,—, Gewicht ca. 0,6 kg.

Bei diesem Modell sind die inneren Enden der beiden Zweige direkt an die Mittelklemmen geführt.

Die Gebühren der Reichsanstalt betragen für Beglaubigung als Präzisionswiderstand für den Verzweigungswiderstand mit Interpolation Mk. 12,—, für den Verzweigungswiderstand ohne Interpolation Mk. 10,— extra.

C. Petroleumbäder für die Widerstände „Kleines Modell“.

Die Petroleumbäder für die Normalwiderstände bestehen aus einem passenden Holzgestell, auf dem sich, entweder in Nuten verschiebbar oder fest, die Quecksilbernäpfe befinden, die aus Elektrolytkupfer von 30×15 mm Querschnitt hergestellt sind und mit den nötigen Bohrungen mit gut ebenem Boden zur Aufnahme von Quecksilber und mit Schrauben zum Anlegen von Drahtleitungen versehen sind. Die Kupferstücke sind sämtlich auf Hartgummiplatten aufgesetzt, sodass das Metall nirgends mit dem Holz direkt in Berührung kommen kann. Bei Gebrauch der Quecksilbernäpfe ist besonders darauf zu achten, dass der ebene Boden der Bohrung sowohl, als die untere gerade Fläche des Kupferbügels stets gut verquickt sind, dann ist nur sehr wenig Quecksilber nötig, um einen vollkommen sicheren, widerstandsfreien Kontakt zu haben.

13. Petroleumbad für 4 Widerstände (Fig. 15)

Mk. 60,—, Gewicht ca. 7 kg.

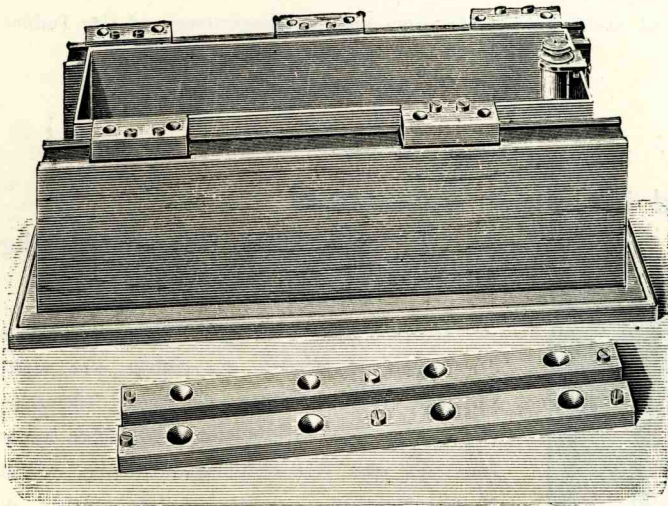


Fig. 15.

Zubehör: Fünf kurze Quecksilbernäpfe mit je zwei Bohrungen und zwei Schrauben, die in den Nuten der Holzklötze beliebig verschoben werden können, sowie eine Turbine zum Umrühren des Petroleums, die an beliebiger Stelle angeklemt werden kann. Das Bad dient zur Benutzung für einzelne oder mehrere hintereinandergeschaltete Widerstände für Strommessungen und Widerstandsvergleichen, kann auch mit Hilfe einer Verzweigungswiderstandsbüchse und einiger Kupfer-

bügel zur Wheatstoneschen Brückenschaltung gebraucht werden. Ein Paar lange Quecksilbernäpfe zum Parallelschalten mehrerer Widerstände kosten Mk. 20,— extra.

14. Petroleumbad für 5 Widerstände

Mk. 70,—, Gewicht ca. 9 kg.

Wie das vorige, nur entsprechend grösser und mit 6 kurzen Quecksilbernäpfen. Ein Paar lange Quecksilbernäpfe kosten Mk. 25,— extra.

15. Petroleumbad für 4 Widerstände (Fig. 16)

Mk. 85,—, Gewicht ca. 8,5 kg.

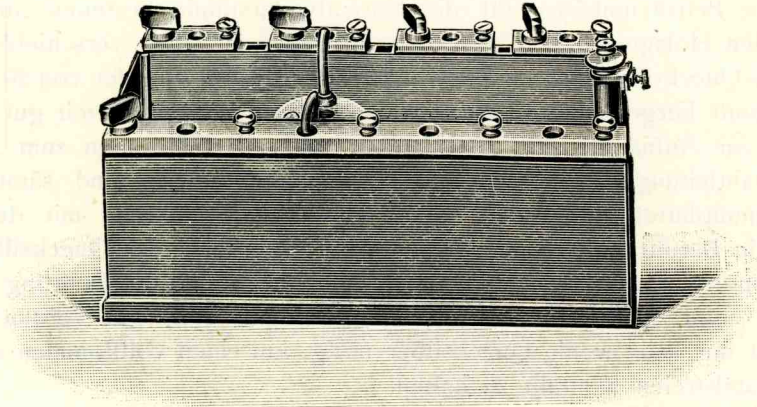


Fig. 16.

Dies Bad hat auf der einen Seite einen langen Quecksilbernapf, auf der anderen Seite vier kurze mit je einer Bohrung und zwei Schrauben für Strom- und Spannungsleitung und eine Turbine, wie vorher.

16. Petroleumbad für einen Widerstand (Fig. 17)

Mk. 80,—, Gewicht ca. 5 kg.

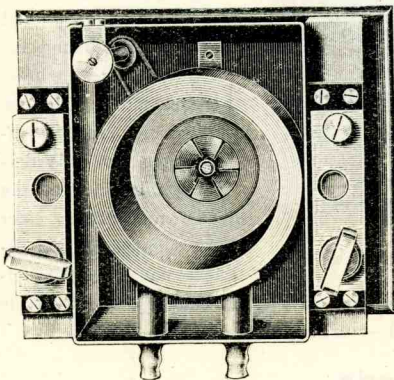


Fig. 17.

Dies Bad ist bestimmt für Strommessung mittelst der Normalwiderstände. Es enthält eine kräftig wirkende zentrale Turbine, die durch Schnurübertragung von einem kleinen Motor angetrieben werden kann und eine Wasserkühlungsvorrichtung, wie die Normalwiderstände „grosses Modell“, sodass die Widerstände bedeutend höher belastet werden können, als in den vorher beschriebenen Bädern ohne Kühlvorrichtung.

17. Petroleumbad für einen Widerstand, ohne Turbine und Kühl-
vorrichtung, sonst wie vorher . . . Mk. 40,—, Gewicht ca. 3 kg.

18. Petroleumbad für Vergleichung von Normalwiderständen und Be-
stimmung von Temperaturkoeffizienten solcher (Fig. 18) Mk. 200,—

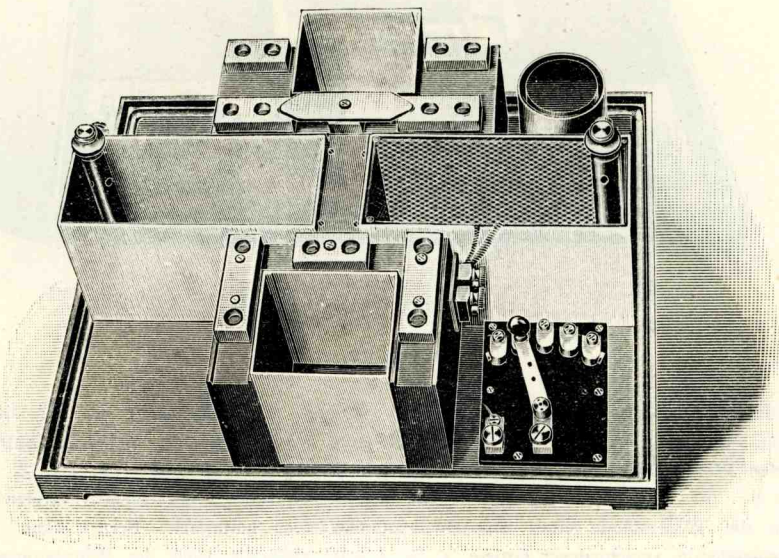


Fig. 18.

Modell der Phys.-Techn. Reichsanstalt. Die Einrichtung dient zum genauen Vergleichen zweier Normalwiderstände von gleichem Sollwert, sowohl nach der Wheatstoneschen als auch nach der Thomsonschen Methode mit Hilfe der Verzweigungswiderstandsbüchsen mit Interpolation (No. 11, Fig. 14) und ausserdem zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten der Normalwiderstände, da das eine der Petroleumbäder mittelst eines eingesetzten Heizrahmens durch Strom erwärmt werden kann. Zum Regulieren der Erwärmung ist ein Vorschaltwiderstand mit 3 Stufen vorhanden. Eine ausführliche Beschreibung der Einrichtung findet sich in dem Aufsatz: „Die elektrischen Normal-Drahtwiderstände der Phys.-Techn. Reichsanstalt von K. Feussner und St. Lindeck“ in dem Band II der wissenschaftlichen Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

19. Petroleumbad für Vergleich von Normalwiderständen und Summen solcher, sowie zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten. (Fig. 19) Mk. 250,—.

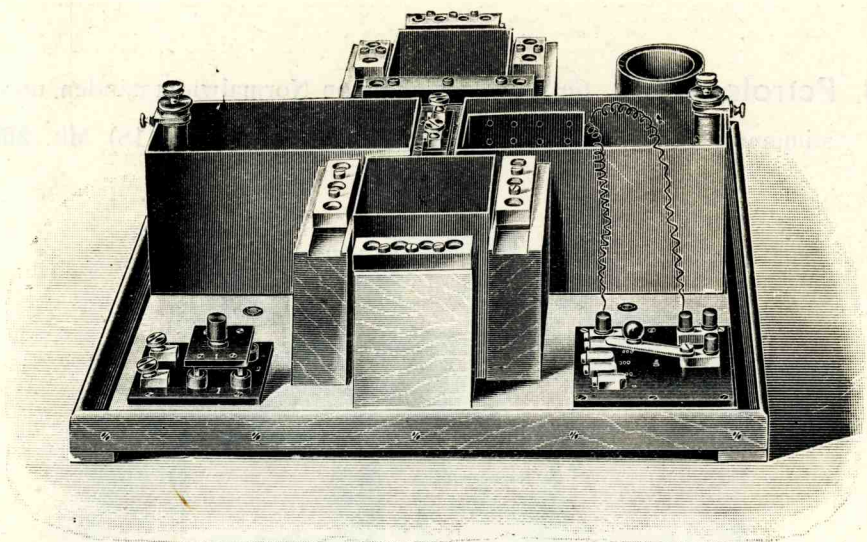


Fig. 19.

Dieser Apparat ist eine Erweiterung des vorigen. Er dient nicht nur für die gleichen Messungen wie jener, sondern ausserdem noch zum Vergleichen von mehreren hintereinandergeschalteten Widerständen mit dem entsprechenden Werte, z. B. $1 + 1 = 2$; $1 + 2 + 2 = 5$; $1 + 2 + 2 + 5 = 10$, sodass man Reihen von Normalwiderständen mit einander vergleichen kann, wie man die Widerstände eines Stöpselwiderstandskastens kalibriert. Ferner kann man auch Normalwiderstände verschiedener Grösse z. B. $1 : 10$ ebenfalls nach der Wheatstoneschen und Thomsonschen Methode mit Hilfe von Normalwiderständen vergleichen. Um alle diese Kombinationen ausführen zu können, ist nur nötig, die 4 Holzklötze, die nicht fest auf dem Grundbrett sind, mit ihren Zapfen in vorhandenen Löchern umzustecken und die Petroleumwannen umzustellen. Es sind nur die 7 vorhandenen Quecksilbernapfe für alle diese Messungen nötig. Die Heizeinrichtung zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten und die Turbinen sind die gleichen wie bei dem vorigen Apparat, ausserdem ist aber noch für den Messstrom ein Kommutator, der gleichzeitig als Ausschalter dient, vorhanden. Die Fortleitung des Stromes vom Kommutator ab führt unterhalb des Brettes zu den beiden Klemmen in der Mitte des Apparates, von welchen aus dann die Leitung bequem an die betreffenden Punkte geführt werden kann.



D. Widerstandssätze.

I. Reihenwiderstandskästen mit Stöpselschaltung. (Fig. 20.)

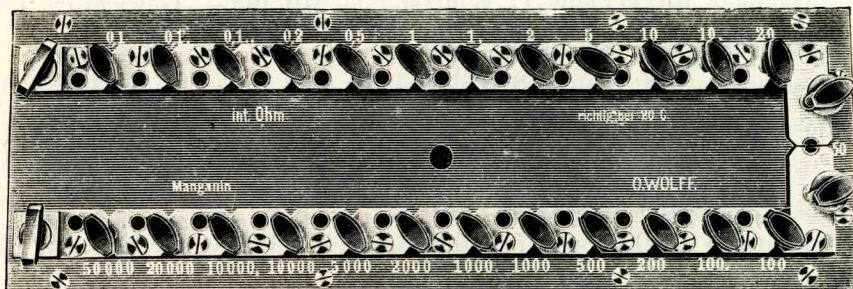


Fig. 20.

Diese Widerstandskästen sind in der allgemeinen gebräuchlichen Form ausgeführt. Die Widerstände in 2 Reihen angeordnet, sind durch Stöpsel ein- und auszuschalten. Die kleinen Widerstände bis zu 50 Ohm erhalten 2 Zuleitungsstifte und werden nach der Thomsonschen Methode unter Ausschluss der Stöpselwiderstände justiert, sodass auch die kleinsten Widerstände von 0,1 Ohm bis auf 0,0001 bis 0,0002 ihres Sollwertes richtig sind, wenn bei der Messung die Uebergangswiderstände ausgeschlossen, resp. berücksichtigt werden. Der Uebergangswiderstand der Stöpsel beträgt bei diesen Apparaten, wenn dieselben sorgfältig behandelt werden ca. 0,00005 bis 0,00006 Ohm pro Stöpsel. Die Widerstandskästen werden in der Regel in der Reihenfolge 1, 1, 1, 2, 5, 10, 10, 20, oder 0,1, 0,1, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 1, 2, 5, 10, 10, hergestellt, auf Wunsch fertige ich auch jede andere Reihenfolge. Jedes Stöpselstück enthält ein konisches Loch zum Einstecken von Abzweigstöpseln und ausserdem noch eine Schnittschraube. 2 Abzweigstöpsel werden beigegeben. Bei den Widerstands¹ästen mit gerader Rollenzahl befindet sich zwischen den beiden Reihen ein Stöpsel mit der Bezeichnung \mathcal{C} , es kann also evtl. der Stromkreis unterbrochen werden, was bei den Widerstandskästen mit ungrader Rollenzahl nicht möglich ist, da dann an dieser Stelle sich ein Widerstand befindet. Ueber die Herstellung der eigentlichen Widerstände verweise ich auf die „Allgemeinen Bemerkungen“ in der Einleitung. Bei diesen Stöpselwiderstandskästen sowie bei den folgenden Kurbelwiderstandskästen werden jetzt alle Widerstände von 1000 Ohm aufwärts nach Chapron gewickelt. Die maximale Belastung dieser Widerstandskästen kann bei dauernder Einschaltung ca. $\frac{1}{2}$ Watt, auf kurze Zeit ca. 1 Watt betragen.

20. Widerstandskasten von 0,1 bis 50 000

zusammen 100 000 Ohm (25 Widerstände) Mk. 300,—, Gew. ca. 6,7 kg.

21. Widerstandskasten von 0,1 bis 20 000

zusammen 50 000 Ohm (24 Widerstände) Mk. 280,—, Gew. ca. 6,4 kg.

22. Widerstandskasten von 1 bis 50 000

zusammen 100 000 Ohm (21 Widerstände) Mk. 260,—, Gew. ca. 5,7 kg.

23. Widerstandskasten von 0,1 bis 10 000

zusammen 20 000 Ohm (22 Widerstände) Mk. 250,—, Gew. ca. 6 kg.

24. Widerstandskasten von 1 bis 10 000

zusammen 20 000 Ohm (18 Widerstände) Mk. 210,—, Gew. ca. 5 kg.

- 25. **Widerstandskasten von 0,1 bis 5000**
zusammen 10000 Ohm (21 Widerstände) Mk. 235,—, Gewicht ca. 5,7 kg.
- 26. **Widerstandskasten von 1 bis 5000**
zusammen 10000 Ohm (17 Widerstände) Mk. 195,—, Gewicht ca. 4,3 kg.
- 27. **Widerstandskasten von 0,1 bis 1000**
zusammen 2000 Ohm (18 Widerstände) Mk. 200,—, Gewicht ca. 5 kg.
- 28. **Widerstandskasten von 1 bis 1000**
zusammen 2000 Ohm (14 Widerstände) Mk. 160,—, Gewicht ca. 4 kg.
- 29. **Widerstandskasten von 0,1 bis 500**
zusammen 1000 Ohm (17 Widerstände) Mk. 190,—, Gewicht ca. 4,8 kg.
- 30. **Widerstandskasten von 1 bis 500**
zusammen 1000 Ohm (13 Widerstände) Mk. 150,—, Gewicht ca. 3,7 kg.
- 31. **Widerstandskasten von 0,1 bis 100**
zusammen 200 Ohm (14 Widerstände) Mk. 160,—, Gewicht ca. 4 kg.
- 32. **Widerstandskasten von 1 bis 100**
zusammen 200 Ohm (10 Widerstände) Mk. 120,—, Gewicht ca. 3 kg.

II. Dekadenwiderstandskästen mit Stöpselschaltung. (Fig. 21.)

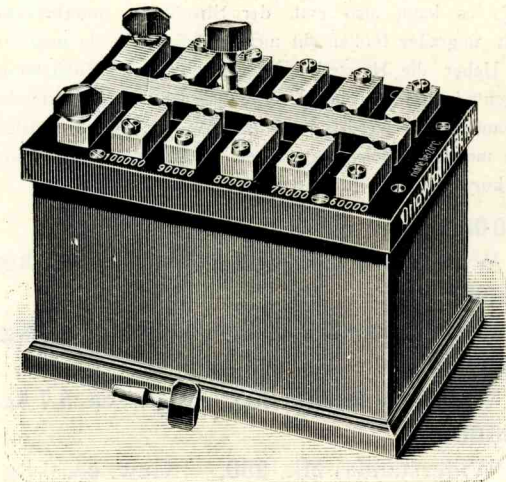


Fig 21.

Diese Widerstandskästen enthalten je 10 gleiche Widerstände, die durch das Einstecken eines Stöpsels eingeschaltet werden, sodass der Uebergangswiderstand immer der gleiche ist, während bei den Reihewiderstandskästen der Uebergangswiderstand je nach der Zahl der steckenden Stöpsel verschieden ist. Ein zweiter Stöpsel wird beigegeben, damit beim Zu- oder Abschalten der Widerstände der Stromkreis nicht unterbrochen wird.

- 33. Dekadenwiderstandskasten von $10 \times 0,1$
zusammen 1 Ohm Mk. 120,—, Gewicht ca. 3,5 kg.
- 34. Dekadenwiderstandskasten von 10×1
zusammen 10 Ohm Mk. 120,—, Gewicht ca. 3,5 kg.
- 35. Dekadenwiderstandskasten von 10×10
zusammen 100 Ohm Mk. 120,—, Gewicht ca. 3,5 kg.
- 36. Dekadenwiderstandskasten von 10×100
zusammen 1000 Ohm Mk. 120,—, Gewicht ca. 3,5 kg.
- 37. Dekadenwiderstandskasten von 10×1000
zusammen 10000 Ohm Mk. 135,—, Gewicht ca. 3,5 kg.
- 38. Dekadenwiderstandskasten von $10 \times 10\ 000$
zusammen 100000 Ohm Mk. 150,—, Gewicht ca. 3,5 kg.
- 39. Dekadenwiderstandskasten von $10 \times 100\ 000$ Ohm
zusammen 1 Megom (Fig. 22) Mk. 300,—, Gewicht ca. 6 kg.



Fig. 22.

Der Widerstandskasten $10 \times 100\ 000$ Ohm wird der besseren Isolation wegen nicht mit Stöpselschaltung ausgeführt. Die Enden der Widerstände liegen hier an Kontaktstiften, die auf konischen, polierten Hartgummisäulen montiert und mit Schrauben mit Hartgummiköpfen versehen sind, mit welchen die Zuleitungsdrähte festgeklemmt werden. Ich bemerke noch, dass jeder Widerstand von 100000 Ohm aus 4 hintereinander verbundenen Rollen von je 25000 Ohm besteht, die nach Chaperon gewickelt sind.

III. Verzweigungswiderstandskästen mit Stöpselschaltung.

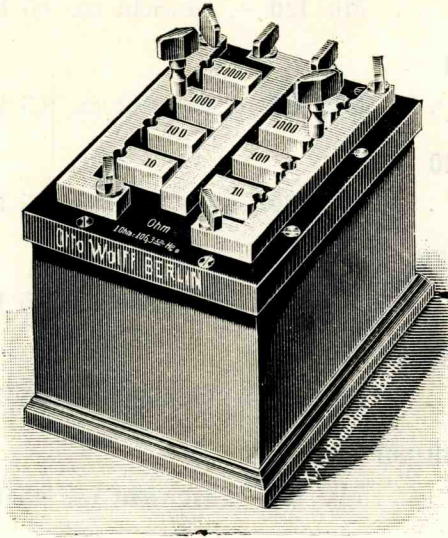


Fig. 23.

Die Widerstände werden wie bei den Dekadenwiderstandskästen durch das Einstecken eines Stöpsels eingeschaltet, sodass der Uebergangswiderstand stets der gleiche ist.

40. Verzweigungswiderstandskästen mit den Widerständen

1, 10, 100, 1000 Ohm Mk. 120,—, Gewicht ca. 3 kg.

41. Verzweigungswiderstandskästen mit den Widerständen

10, 100, 1000, 10000 Ohm (Fig. 23) Mk. 135,—, Gewicht ca. 3 kg.

42. Verzweigungswiderstandskästen mit Interpolation

(Fig. 24). Mk. 165,—, Gewicht ca. 4 kg.

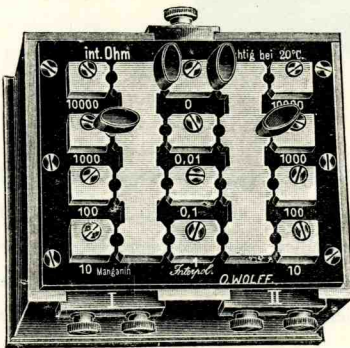


Fig. 24.

Bei diesen Verzweigungswiderstandskästen befindet sich zwischen den beiden Reihen der Verzweigungswiderstände von 10, 100, 1000, 10000 Ohm noch eine dritte Reihe Widerstände von 1, 0,1 und 0,01 Ohm, die Interpolationswiderstände. Man kann nun mittelst der zugehörigen Stöpsel einen dieser 3 Interpolationswiderstände beliebig zu der einen oder anderen Seite der Verzweigung hinschalten, während der andere Stöpsel der Interpolationswiderstandsreihe auf 0 stecken muss.

IV. Dekadenwiderstandskasten mit Kurbelschaltung.

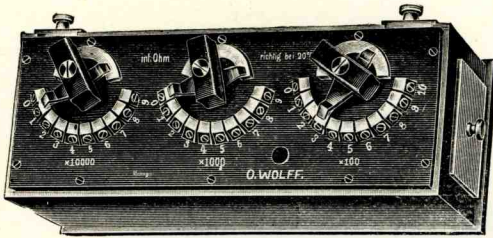


Fig. 25.

Auf ein gutes Funktionieren der Schleifkurbeln ist besonders Gewicht gelegt. Stromleitungen durch die Achse sind vollständig vermieden; die Achse dient nur zur Führung der massiven Schleifkurbel, die mit ihren Bürsten auf der einen Seite auf den Kontaktklötzen, auf der gegenüberliegenden Seite auf einem Kreissegment aufschleift, von wo aus der Strom fortgeleitet wird. Eine im Hartgummigriff der Kurbel befindliche Spiralfeder, die über die Achse geschoben ist, schafft den erforderlichen Auflagedruck; die Schleifbürsten bestehen aus einer grossen Anzahl dünner Blätter, die unter einen Winkel von ca. 45° gegen die Schleiffläche geneigt sind. Zwischen den einzelnen Blättchen sind kurze Zwischenlagen von gleicher Stärke, sodass jedes Blättchen für sich federnd aufliegt, und dadurch ein sehr geringer und äusserst konstanter Uebergangswiderstand entsteht. Ich möchte noch besonders darauf hinweisen, dass es sich empfiehlt, die Schleifflächen der Kurbelkontakte stets etwas geölt zu halten (mit feinem Oel, nicht Petroleum), der Uebergangswiderstand wird hierdurch absolut nicht erhöht, dagegen die Kontaktflächen gegen das Rauwerden geschützt. Jedes Kontaktstück ist mit einer Abweigschraube versehen, die auf der abgeschrägten Vorderfläche sitzt, bequem zugänglich für den Schraubenzieher. Mit Hilfe dieser Abweigschrauben kann man die Widerstände der einzelnen Dekaden jederzeit mit einander vergleichen unter Ausschluss von Uebergangswiderständen. In der gleichen Art werden auch die Widerstände bei der Herstellung justiert, sodass auch die kleinsten Widerstände von 0,1 Ohm bis auf die äusserst erreichbare Genauigkeit abgeglichen werden können.

Die Kurbelwiderstandskästen sind mit einem abnehmbaren Holzdeckel versehen, der den Apparat bei Nichtgebrauch gegen Verstaubung und Belichtung schützt; die Klemmen für die Stromzuführungen liegen an den Seitenwänden des Kastens, sodass der Deckel jederzeit aufgelegt werden kann, ohne dass die Drahtleitungen abgenommen werden müssen. Die normale Ausführung der Kästen ist so, dass jede Dekade aus 9 Widerständen, die Dekade der kleinsten Werte aus 10 Widerständen besteht. Auf Wunsch können auch sämtliche Dekaden mit 10 Widerständen gegen 10% Preisauflschlag geliefert werden. Die grösste Einheit der Dekaden ist 10000 Ohm, die kleinste 0,1 Ohm.

43. Kurbelwiderstandskasten mit 3 Dekaden (Fig. 25)

Mk. 300, —, Gewicht ca. 6 kg.

44. Kurbelwiderstandskasten mit 4 Dekaden

Mk. 400, —, Gewicht ca. 7,5 kg.

45. Kurbelwiderstandskasten mit 5 Dekaden

Mk. 475,—, Gewicht ca. 9 kg.

46. Kurbelwiderstandskasten mit 6 Dekaden (Fig. 26)

Mk. 550,—, Gewicht ca. 10,5 kg.

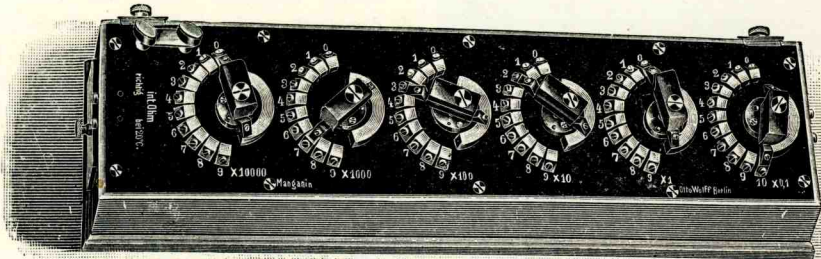


Fig. 26.

Bei den Kurbelkästen mit 4, 5 und 6 Dekaden ist es besser die einzelnen Dekaden so anzuordnen wie in Fig. 26, damit der Apparat nicht zu lang wird; bei dem mit 6 Dekaden können dieselben auch in 2 Reihen geliefert werden, resp. empfehle ich, lieber 2 Kästen zu je 3 Dekaden zu wählen.



E. Messbrücken.

47. Wheatstonesche Brücke mit Stöpselschaltung (Fig. 27)
 (35 Widerstände) Mk. 420,—, Gewicht ca. 11,5 kg.

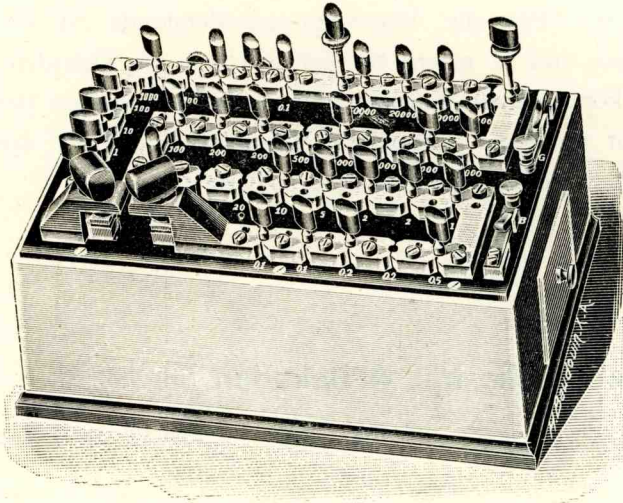


Fig. 27.

5 Paar Verzweigungswiderstände von 0,1, 1, 10, 100, 1000 Ohm. Ein Satz Vergleichswiderstände von 0,1 bis 50000 zusammen 11111,1 Ohm. Die Widerstände sind hier in der Reihenfolge 1, 2, 5 statt 1, 1, 2, 5 hergestellt um die gesuchten Werte schneller einstöpseln zu können. Ferner enthält der Apparat Batterie- und Galvanometerschlüssel für kurzen und dauernden Schluss und ein Paar nahe zusammenliegende starke Klemmen zum sicheren Einspannen der zu messenden Widerstände, die so eingerichtet sind, dass die obere Klemmbacke beim Zuspinnen sich nicht mit dreht,

sodass untergelegte Drähte nicht mit herumgezogen oder herausgerollt werden, wie es beim Einklemmen unter Schraubköpfen leicht vorkommt. Die untere feste Backe ist mit Silber belegt, um stets eine reine Oberfläche zu haben. Ein Paar Abzweigstöpsel und ein Schutzdeckel aus Holz werden beigegeben. Die Klemmen liegen ebenso wie bei den Kurbeldekadenkästen an den Seiten des Kastens.

48. Wheatstonesche Brücke mit Stöpselschaltung (Fig. 28)
 (24 Widerstände) Mk. 300,—, Gewicht ca. 8 kg.

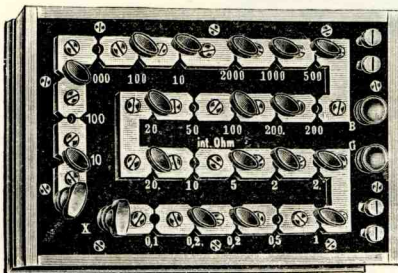


Fig. 28.

3 Paar Verzweigungswiderstände von 10, 100, 1000 Ohm, ein Satz Vergleichswiderstände von 0,1 bis 2000, zusammen 4111 Ohm, Batterie- und Galvanometerschlüssel für kurzen und dauernden Schluss, einfache Einspannklemmen, Holzschutzdeckel.

Wheatstonesche Brücken mit Kurbelschaltung.

Wheatstonesche Brücken mit Kurbelschaltung werden in verschiedenen Zusammenstellungen und Ausführungen angefertigt. Für die Kurbelschaltungen der einzelnen Dekaden gilt dasselbe, was bei den Kurbelwiderständen (S. 24) gesagt ist. Für die Verzweigungswiderstände ist die Stöpselschaltung vorzuziehen, mit je einem Stöpsel wie bei der Dekadenschaltung. Auf Wunsch können auch Einrichtungen zum Vertauschen der Brückenarme angebracht werden. Besondere Wünsche in betreff der Anordnung einzelner Teile werden sehr gern berücksichtigt.

49. Wheatstonesche Brücke mit 4 Dekaden (Fig. 29)

Mk. 475,— Gewicht ca. 9 kg.

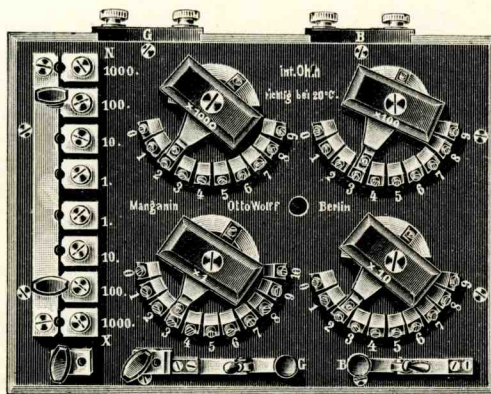


Fig. 29.

4 Paar Verzweigungswiderstände von 1, 10, 100, 1000 Ohm oder 10, 100, 1000 10000 Ohm, 4 Dekaden Vergleichswiderstände 9×1000 , 9×100 , 9×10 , 10×1 Ohm oder 9×100 , 9×10 , 9×1 , $10 \times 0,1$ Ohm. Batterie- und Galvanometerschlüssel, ein Paar einfache Klemmen zum Einspannen der zu messenden Widerstände, Holz-Schutzdeckel.

50. Wheatstonesche Brücke mit 5 Dekaden (Fig. 30)

Mk. 575,— Gewicht ca. 11 kg.

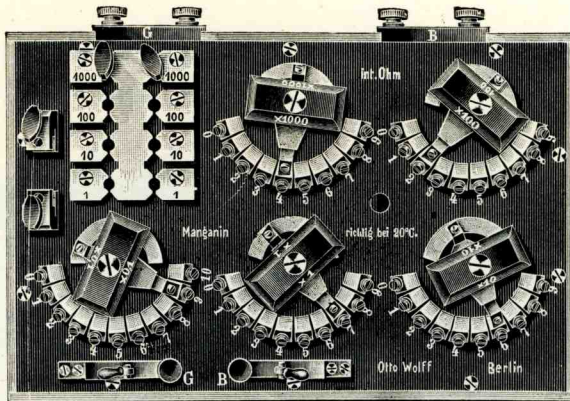


Fig. 30.

4 Paar Verzweigungswiderstände wie vorher. 5 Dekaden Vergleichswiderstände von 9×1000 , 9×100 , 9×10 , 9×1 , $10 \times 0,1$ Ohm oder 9×10000 , 9×1000 , 9×100 , 9×10 , 10×1 Ohm sonst wie vorher.

51. Wheatstonesche Brücke mit 5 Dekaden (Fig. 31)

Mk. ~~625~~ 575,— Gewicht ca. ~~11~~ 10 kg.

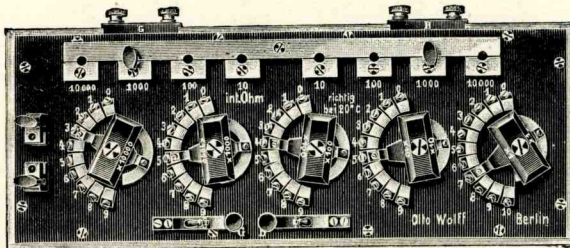


Fig. 31.

Dieser Apparat hat den gleichen Messbereich wie der vorhergehende, nur sind die 5 Dekaden in einer Reihe nebeneinander angeordnet, so dass die Handhabung etwas bequemer ist.

52. Wheatstonesche Brücke mit 6 Dekaden (Fig. 32)

Mk. 800,—, Gewicht ca. 17 kg.

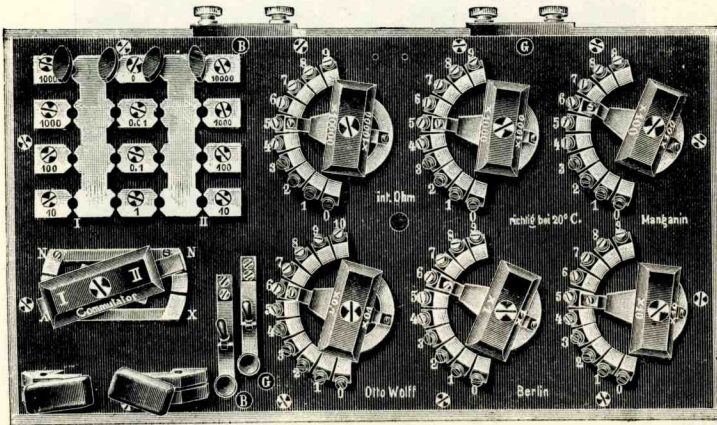
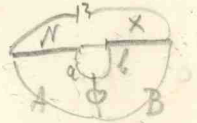


Fig. 32.

4 Paar Verzweigungswiderstände von 10000, 1000, 100, 10 Ohm mit 3 Interpolationswiderständen von 1, 0,1 und 0,01 Ohm, wie bei dem Apparat No. 42 beschrieben, Kommutator zum Vertauschen der Brückenarme und ein Paar kräftige Spannklemmen für die zu messenden Widerstände, Batterie- und Galvanometerschlüssel, wie vorher. 6 Dekaden Vergleichswiderstände von 9×10000 , 9×1000 , 9×100 , 9×10 , 9×1 und $10 \times 0,1$ Ohm.



53. Thomsonsche Doppelbrücke (Fig. 33) (80 Widerstände)

Mk. 500,— Gewicht ca. 12,8 kg.

Dieser Apparat dient zur Messung kleiner Widerstandswerte mit Hilfe von Normalwiderständen von kleinem Betrage (siehe Mod. IV und IVa), unter Ausschluss der Verbindungs- und Uebergangswiderstände. Die Messung geschieht durch Aenderung des Verhältnisses der Brückenarme und zwar ganz gleichwertig in der Verzweigung und in der Ueberbrückung. Die Grösse des gesuchten Widerstandes kann sofort aus der Stellung der Kurbeln abgelesen werden, wenn man auf der Seite des Normals einen dekadischen Wert z. B. 100 Ohm eingeschaltet hat, da ja die Normalwiderstände ebenfalls dekadische Werte sind. Der Vorzug dieser von der Reichs-

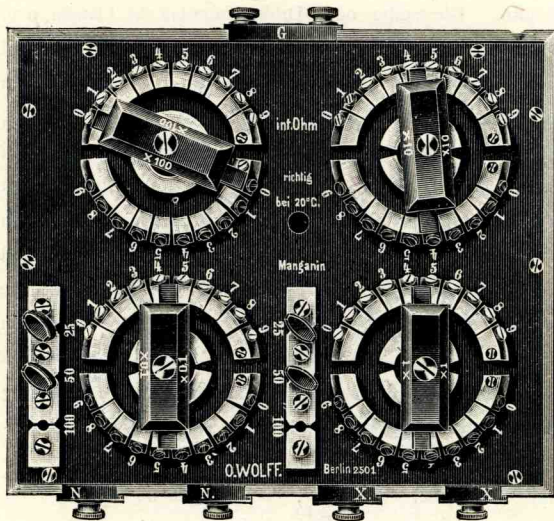


Fig. 33.

10×100 statt 9×100 Ohm, wie auf der Abbildung, ausgeführt wird. Man hat dadurch den Vorteil, dass man auch noch Widerstände messen kann, die etwas grösser als das Zehnfache des Normals sind. Selbstverständlich kann man auch diese Thomsonsche Brücke mit Hilfe von Normalwiderständen höheren Betrages als Wheatstonesche Brücke benutzen.

54. Petroleumbad zur Messung von spezifischem Widerstand und Temperaturkoeffizienten (Fig. 34) Mk. 250,— Gewicht ca. 11,7 kg.

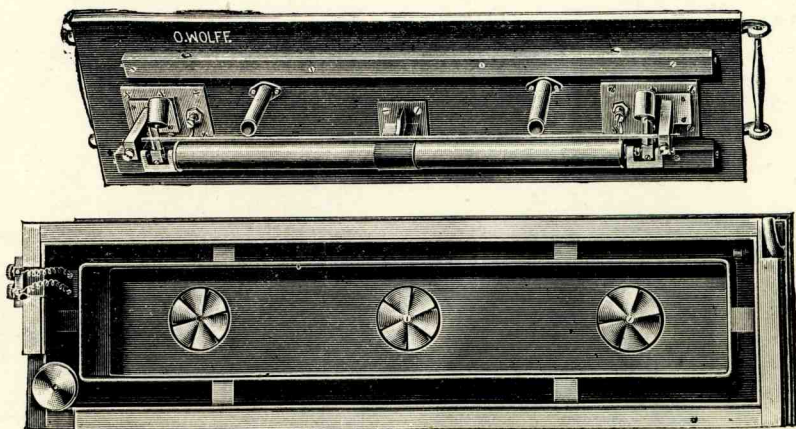


Fig. 34.

Dieser Apparat ist in Verbindung mit der Thomsonschen Brücke (No. 53) bestimmt zur Messung von Widerständen von Leitungs- und Widerstandsmaterial von rundem und

quadratischem Querschnitt bis zu ca. 50 qmm. Die Stäbe oder Drähte werden in Längen von ca. 55 cm zwischen den beiden feststehenden Klemmstücken eingespannt und mit einem passend gewählten Normalwiderstande hintereinandergeschaltet vom Strom durchflossen. An den Enden einer parallel zu dem ausgespannten Draht liegenden Messingschiene sitzt isoliert je eine Schneide, die zwischen Spitzen beweglich und durch Gewichte belastet ist. Der Abstand der beiden Schneiden von einander lässt sich genau auf 50 cm einstellen. Die Schneiden liegen parallel zu einander mit genügendem Druck auf den ausgespannten Draht auf und sind durch kurze Kabel leitend mit den beiden Klemmen X und X der Thomsonschen Brücke verbunden; in der gleichen Weise sind auch die beiden Abzweigklemmen des Normalwiderstandes mit den Klemmen N und N der Brücke verbunden; man kann also unter Ausschluss aller Verbindungs- und Kontaktwiderstände ein 50 cm langes Stück des betreffenden Drahtes mit grosser Genauigkeit messen. Die Einrichtung wird in das zugehörige Petroleumbad eingehängt, das durch Strom erwärmt werden kann zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten, während eine Turbine das Petroleum umrührt, um an allen Stellen gleichmässige Temperatur zu erzielen.

Vergl. „Feussner, Sammlung elektrotechnischer Vorträge“, herausgegeben von E. Voit I, No. 3, S. 118. 1897.



F. Kompensations-Apparate.

Der Feussnersche Kompensations-Apparat ist bestimmt zur schnellen und genauen Messung von Spannungen und Stromstärken, letzteres durch Messung des Spannungsabfalles an den Enden von Normalwiderständen. Der von Herrn Prof. Dr. Feussner konstruierte und zuerst in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde“, April 1890, ausführlich beschriebene Apparat hat seitdem eine sehr grosse Verbreitung gefunden und wird wohl jetzt überall in der ganzen Welt, wo überhaupt genauere elektrische Messungen gemacht werden, ebenso wie die Wheatstonesche und Thomsonsche Brücken-Methode für Widerstandsmessungen, als zuverlässigster Apparat für Spannungsmessungen verwendet, sodass das Prinzip desselben als allgemein bekannt angenommen werden kann. Eine ausführliche Beschreibung des Apparates ist in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde“, August 1901, erschienen, ein Separatabdruck davon steht auf Wunsch gratis zur Verfügung.

55. Kompensationsapparat (Fig. 35)

(77 Widerstände) Mk. 600,—, Gew. ca. 12,5 kg.

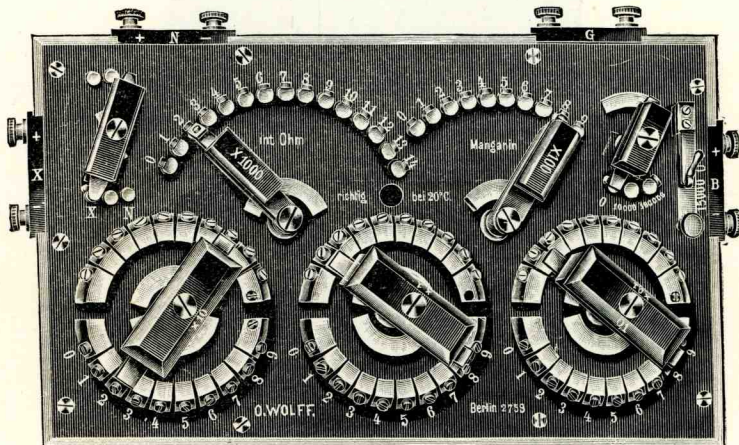


Fig. 35.

Der Gesamtwiderstand des Apparates ist 15000 Ohm. Dieser hohe Widerstand hat anderen Konstruktionen gegenüber den Vorteil, dass die unvermeidlichen Uebergangs- und Verbindungswiderstände sich zu viel höheren Widerständen hinzuaddieren und dadurch weniger schädlich werden und dann, dass man viel kleinere Bruchteile der Spannungen messen kann, ohne zu gar zu kleinen

Widerstandswerten zu kommen. Das Messbereich ist bis 15 Volt, wenn man mit einem Spannungsabfall von 1 Volt auf 1000 Ohm kompensiert, dann ist die Spannung noch bis auf $\frac{1}{10.000}$ Volt direkt messbar, da 0,1 Ohm der kleinste Widerstand ist, und bis 1,5 Volt, wenn der Spannungsabfall 1 Volt auf 10000 Ohm ist, dann ist die Spannung noch bis auf $\frac{1}{100.000}$ Volt direkt messbar, wenn man ein genügend empfindliches Galvanometer verwendet. Höhere Spannungen kann man so messen, dass man dieselbe bei Vorschaltung von passenden Widerständen an Stelle der Hilfsbatterie an die mit + B — bezeichneten Klemmen legt und direkt gegen das Normal-Element kompensiert.

Man kommt dann aber bald zu verhältnismässig hohen Widerständen, die mit ausreichender Unterabteilung zum genauen Kompensieren versehen den Preis des Apparates erheblich verteuern würden. Ich empfehle daher für Messung höherer Spannungen einen Multiplikator (Spannungsteiler) zu verwenden, der ebenso wie die Spannungen unter 15 resp. 1,5 Volt an die mit + X — bezeichneten Klemmen gelegt wird. Man braucht dann als Hilfsbatterie nur eine Zelle von ca. 2 Volt und einen Vorschaltwiderstand bis ca. 5000 Ohm, der jedoch nicht genau abgeglichen zu sein braucht, da er nur zum Regulieren der Stromstärke auf $\frac{1}{10}$ Milliamp. dient. Die zu messende hohe Spannung kommt an die Hauptklemmen des Multiplikators (No. 56, Fig. 36), der mit beliebigen Messbereichen geliefert werden kann. Man braucht dann nur die am Kompensationsapparat eingestellte Spannung mit der betreffenden Zahl des Multiplikators zu multiplizieren und kann auf diese Art alle Spannungen bis auf die 5. Dezimale direkt messen.

56. Multiplikator mit 3 Messbereichen $\times 10 \times 100 \times 1000$

(Fig. 36) (4 Widerstände) . . . Mk. 175,—, Gewicht ca. 4,0 kg.

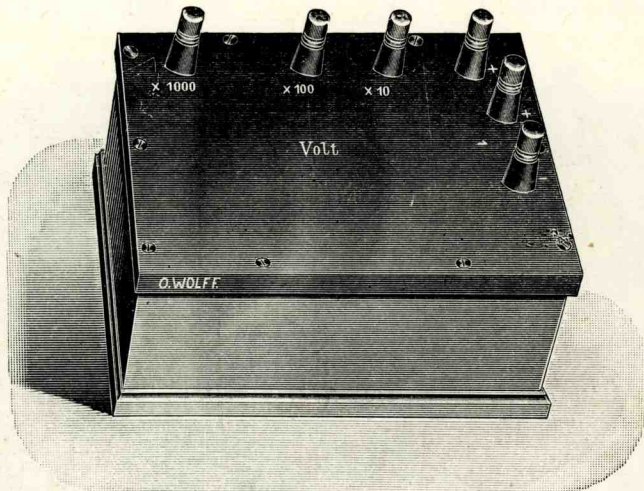


Fig. 36.

Der Apparat kann für Spannungen bis 1500 Volt benutzt werden. Der Gesamtwiderstand beträgt 100000 Ohm und wird der besseren Isolation und Abkühlung wegen, aus einer grossen Anzahl einzelner Spulen zusammengesetzt. Die Widerstände befinden sich in einem Kasten aus perforiertem Blech mit Holzboden. Der Apparat kann in beliebiger Entfernung vom Kompensationsapparat aufgestellt werden, da der Widerstand der Verbindungsdrähte nicht in Betracht kommt.

57. Normal-Element nach Clark (Fig. 37)

Preis inkl. Beglaubigung durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt Mk. 30,—, Gewicht ca. 0,9 kg.

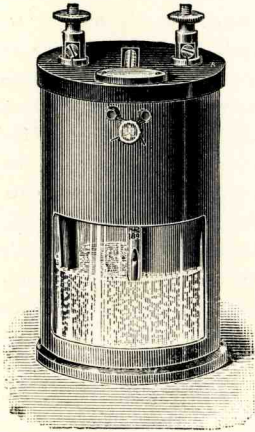


Fig. 37.

Das Element befindet sich in einem Messinggefäß mit Hartgummideckel und Klemmen mit Hartgummikappe und enthält ein beglaubigtes Thermometer. Das Element ist beglaubigungsfähig, da es versandfähig ist, ohne Gefahr, dass das Zink mit dem Quecksilber in Berührung kommen kann, da sich das Quecksilber in einer besonderen Tonzelle befindet.

58. Normal-Element nach Weston Mk. 45,—, Gew. ca. 0,45 kg.

Von der Weston Electrical Instrument Co. hergestellt. Prüfungsschein der Reichsanstalt kostet Mk. 3,— extra.

59. Kompensationsapparat mit Messbrücke (Fig. 38)

(85 Widerstände) Mk. 750,—, Gewicht ca. 15,8 kg.

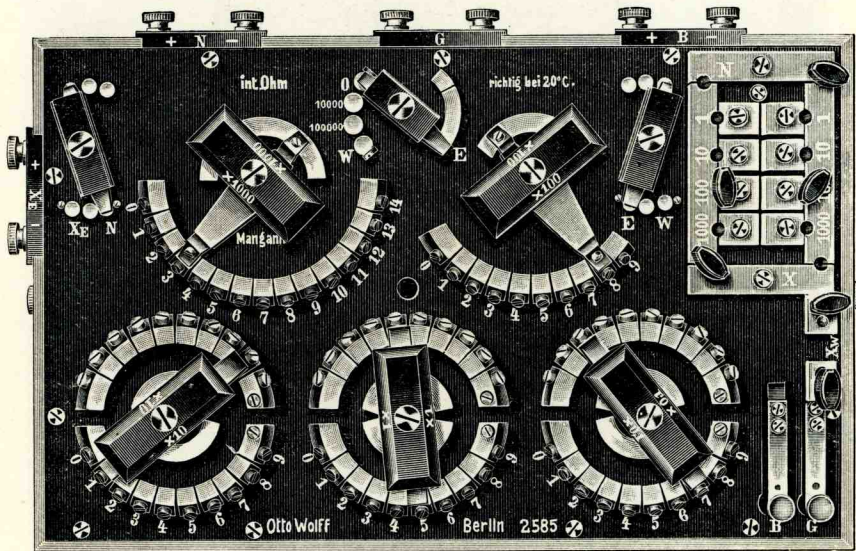


Fig. 38.

Dieser Apparat ist eine Erweiterung des vorigen. Er dient nicht nur zu genau denselben Messungen wie jener, sondern ausserdem auch noch zu Widerstandsmessungen nach der Wheatstoneschen Methode. Zu den Teilen des vorigen Apparates ist noch hinzugekommen: ein Doppel-Umschalter für die Batterie und 4 Paar Verzweigungswiderstände, die durch das Umstecken von Stöpseln noch mit einander vertauscht werden können, um die Ungleichheit der Brückenweige zu eliminieren. Für die Widerstandsmessungen sind rechts ein Paar Klemmen X_w zum Einspannen der Widerstände, als Vergleichswiderstand dienen die 5 Dekaden des Kompensationsapparates. Hilfsbatterie nebst Vorschaltwiderstand und Galvanometer werden für beide Zwecke benutzt. Man braucht nur den Doppel-Umschalter rechts oben und den einfachen Galvanometer-Umschalter in der Mitte oben auf E bzw. W zu stellen und kann dann entweder links Spannungsmessungen oder rechts Widerstandsmessungen machen. Das Normal-Element und eine etwa an X liegende Spannung brauchen bei Widerstandsmessungen nicht abgenommen zu werden, da sie nicht in den Stromkreis kommen können. Eine ausführliche Beschreibung dieses Apparates ist in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde“ Oktober 1903, veröffentlicht; ein Separatdruck derselben wird auf Wunsch gratis zugesandt.

60. Thermokraftfreier Kompensationsapparat mit konstantem kleinen Widerstand (Fig. 39)

116 Widerstände Mk. 750 , Gewicht ca. 15 kg.
 (Siehe H. Diesselhorst, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1908, Heft 1.)

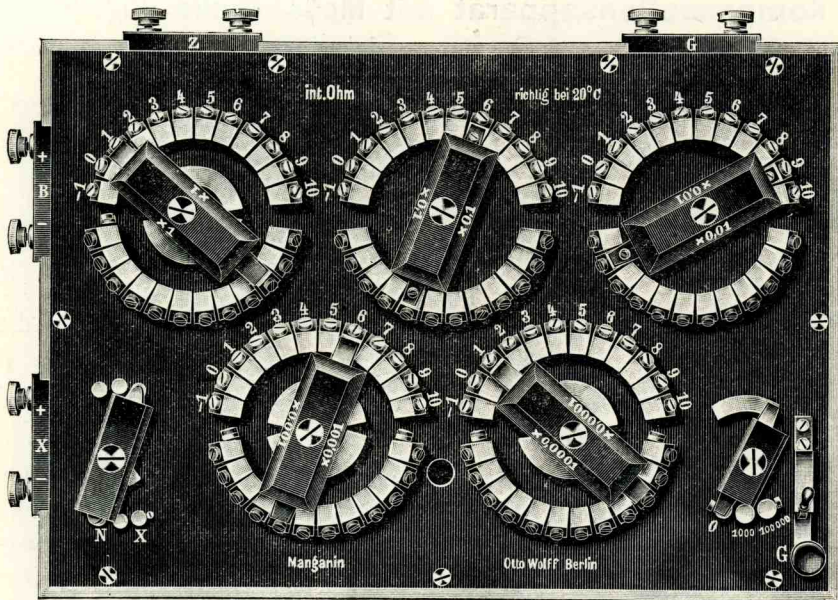


Fig. 39.

Der Apparat eignet sich wegen seines kleinen Widerstandes ($14\frac{1}{2}$ Ohm im Kompensationskreis) besonders zur genauen Messung kleiner elektromotorischer Kräfte, z. B. von Thermoelementen, zu Strommessungen mit Hilfe ganz kleiner Abzweigwiderstände und dgl.

Da der Apparat auch vollständig frei von störenden Thermokräften ist, die bei anderen Apparaten durch das Drehen der Kurbeln entstehen, so lässt sich die durch 5 Dekaden gegebene grosse Genauigkeit der Einstellung auch voll ausnutzen.

Der Messbereich liegt von 1 Volt abwärts bis zu den kleinsten elektromotorischen Kräften. Da der Widerstand des Galvanometerkreises bei jeder Einstellung konstant bleibt, so lassen sich die letzten Stellen auch ohne KurbelEinstellung direkt als Galvanometer-Ausschlag ablesen, wodurch schnelleres Arbeiten ermöglicht wird.

Die ausführliche Beschreibung des Apparates wird auf Wunsch gratis zugesandt.

61. Hülfs widerstand zu vorstehendem Kompensator

(Fig. 40) (5 Widerstände) Mk. 175,—, Gewicht ca. 3 kg.

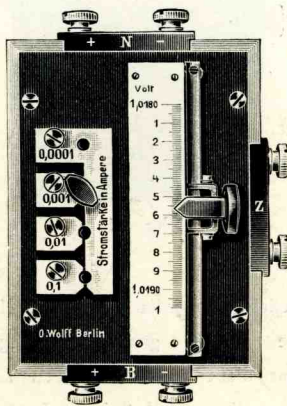


Fig 40.

Zum genauen Einstellen einer Stromstärke von rundem Betrag ist zu dem vorstehendem Apparat noch ein Hülfs widerstand erforderlich. Es kann dazu zwar jeder Widerstandskasten mit den passenden Widerständen benutzt werden, doch ist es bequemer, den hierzu besonders konstruierten Apparat zu verwenden. Dieser Hülfs widerstand kann auch in Verbindung mit jedem anderen Kompensator und überhaupt überall da benutzt werden, wo es sich um das Kompensieren eines Stromes mit Hilfe eines Normal-Elementes handelt. Deshalb ist der Hülfs widerstand auch nicht in den Hauptapparat mit eingebaut worden.

Der Hülfswiderstand ist eingerichtet für das Kadmium-Element, das an einem Widerstand liegt, der sich zwischen 10180 und 10190 Ohm nach einer Skala einstellen lässt, so dass sich auch die kleinen Unterschiede in der Spannung der einzelnen Elemente berücksichtigen lassen. Durch Stöpselung von Nebenschlüssen lassen sich dann die passenden Stromstärken von 0,1 — 0,01 — 0,001 — 0,0001 — Amp. einstellen.

Eine ausführliche Beschreibung dieses Apparates ist in der „Zeitschrift für Instrumentenkunde“ 1908, Heft 2, erschienen und wird ein Abdruck hiervon auf Wunsch gratis zugesandt.

62. Thermokraftfreier Doppel-Umschalter (Fig. 41)

Mk. 125,—, Gewicht ca. 2,5 kg.

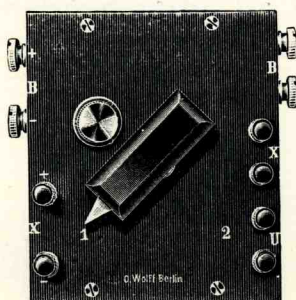
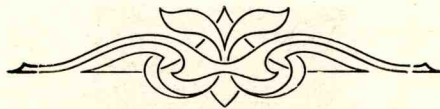


Fig. 41.

Zur Elimination der an beliebigen Stellen des Messkreises (z. B. im Galvanometer) vorhandenen störenden Thermokräfte müssen genaue Messungen mit Kommutieren ausgeführt werden. Der vorstehende Apparat dient dazu die beiden Leitungen von B und X gleichzeitig durch Drehen einer Kurbel zu kommutieren, sodass keine Irrtümer durch falsche Schaltungen vorkommen können. Die Kurbelkontakte befinden sich im Innern eines Messinggefäßes, das mit Petroleum zu füllen ist, wodurch das Entstehen von Thermokräften infolge der Drehung der Kurbel verhindert wird.

Die sämtlichen vorstehend aufgeführten Satzwidestände und Widerstandsapparate können auf Verlangen von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt als Präzisionsapparate beglaubigt werden, da sie den von der Reichsanstalt für die Beglaubigung aufgestellten Vorschriften entsprechen. Die Gebühren hierfür, die in den Preisen nicht einbegriffen sind, betragen Mk. 8,— Grundgebühr und für jeden Widerstand Mk. 1,—; da bei sämtlichen Apparaten die Zahl der Widerstände angegeben ist, sind daraus die Prüfungsgebühren leicht zu ersehen. Die Gebühren für Beglaubigung des thermokraftfreien Kompensators betragen ungefähr ebenso viel wie die für den Apparat No. 59.



Weston Laboratory Normalinst. 450/61

HANS DOHRN :: BERLIN
BELLE-ALLIANCESTR. 3