

deren Achse ein Zeiger befestigt ist, gedreht. Hat man die Zeigerstellung für verschiedene Stromstärken ermittelt und die Skala entsprechend geeicht, so kann man das Instrument zu Messungen benutzen. Um dasselbe von der Temperatur der umgebenden Luft unabhängig zu machen, ist die Platte, worauf der Hitzdraht ausgespannt ist, nach dem Prinzip der Kompensationspendel aus zwei Metallen (Messing und Eisen) zusammengesetzt, so daß der Ausdehnungskoeffizient der Platte dem des Hitzdrahtes gleich ist.

*Leistungszeiger* gelangen hauptsächlich in Wechsel- und Drehstromnetzen zur Verwendung. In Gleichstromnetzen macht das Bestimmen der Leistung keine Schwierigkeiten; man erhält sie durch Multiplikation der an Meßinstrumenten abgelesenen Strom- und Spannungswerte. Bei Wechselstrom würde eine derartige Messung aber nur die scheinbare Leistung (vgl. S. 169) wiedergeben, den Leistungsfaktor hingegen unberücksichtigt lassen. Eines der gebräuchlichsten Schalttafelinstrumente für Leistungsmessungen in Wechsel- und Drehstromnetzen ist das von Siemens & Halske hergestellte *Ferraris-Instrument*: Strom und Spannung

wirken auf ein feststehendes System von zwei Spulen, deren Achsen senkrecht aufeinander stehen (Fig. 413). In den Stromkreis der Spannungsspule ist eine Selbstinduktion eingeschaltet, die den Strom der Spannungsspule gegen die an den Spannungsklemmen des Instrumentes wirkende Spannung um  $90^\circ$  verzögert. Infolgedessen entsteht, ähnlich wie gelegentlich des Einphaseninduktionsmotors besprochen ist, ein Drehfeld. Dieses lenkt eine innerhalb der Spulen angeordnete, mit Zeiger versehene Aluminiumtrommel so weit aus ihrer Nulllage ab, bis die Zugkraft einer der Ablenkung entgegenwirkenden Spiralfeder der vom Drehfeld ausgeübten gleichkommt. Fig. 414 zeigt das Schaltschema eines Leistungszeigers für Wechselstrom.

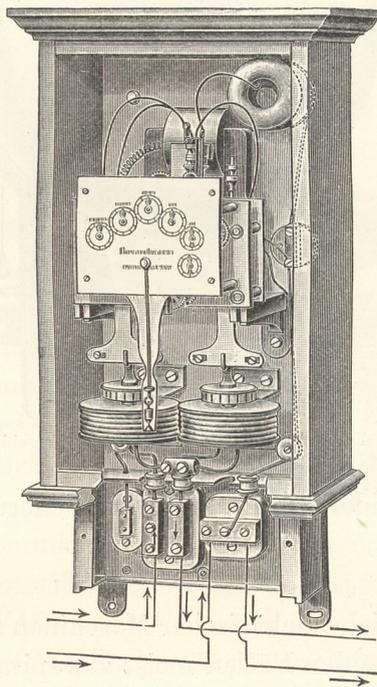


Fig. 416. Uhrzähler von Aron.

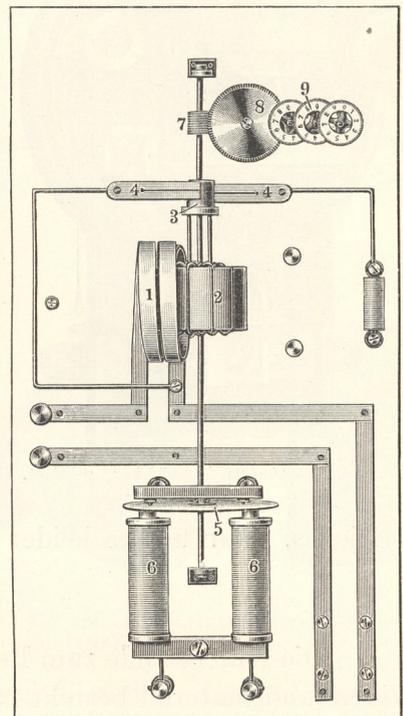


Fig. 417. Prinzip des Motorzählers (A.E.G.).

Sollen hochgespannte Ströme aus Meßinstrumenten ferngehalten oder die Führung von starken Kupferschienen zu den Instrumenten vermieden werden, so legt man die Meßinstrumente an die Sekundärseite kleiner Meßtransformatoren (vgl. S. 180), wobei die Schaltung der Fig. 415 entspricht.

## 2. Zähler.

Die Zähler haben das Produkt aus Spannung und Stromstärke zu ermitteln. Behält die erstere, wie in Beleuchtungsanlagen, stets den gleichen Wert, so genügt es, die Strommenge zu zählen, die in einer gewissen Zeit an die Verbrauchsstelle geliefert wurde; durch Multiplikation mit der bekannten Netzspannung erhält man dann die gelieferte Leistung in Watt. Derartige Zähler nennt man *Amperestundenzähler*.

Der Uhrzähler von Aron (Fig. 416) besteht aus zwei Pendeln gleicher Schwingungsdauer, von denen jedes, wie bei Pendeluhr, ein Uhrwerk betreibt. Während das eine Pendel in normaler Weise schwingt, wird der Gang des anderen von einer stromdurchflossenen Spule beeinflusst. Um nach Verlauf einer bestimmten Zeit den Stromverbrauch zu bestimmen, braucht man nur festzustellen, wieviel die beeinflusste Uhr in bezug auf die normale nachgeht. Diese Differenz wird selbsttätig von einem Differentialgetriebe auf ein Zählwerk übertragen.

Eine zweite Art von Elektrizitätszählern bilden die *Motorzähler*; sie sind wegen ihrer Einfachheit allen anderen Konstruktionen überlegen. Der Aufbau eines solchen, von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft hergestellten Zählers ist aus Fig. 417 ersichtlich. In dem Wirkungsbereich einer festen, vom Verbrauchsstrom durchflossenen Spule 1 rotiert ein Spulensystem 2, das mit einem mehrteiligen Kommutator 3 verbunden ist. Auf diesem schleifen Bürsten 4, die den Spulen einen der jeweiligen Spannung entsprechenden Strom zuführen. Auf der Achse des Systems ist eine Aluminiumscheibe 5 angeordnet, die zwischen den Polen eines Magnets 6 hindurchläuft und auf diese Weise dämpfend auf die Bewegung wirkt. Die Umdrehungen werden mittels Schnecke 7 und Schneckenrad 8 auf ein Zählrad 9 übertragen. Die

Ausführung des Zählers zeigen Fig. 418 und 419. Ein derartiger Zähler arbeitet also in Abhängigkeit von Strom und Spannung und kann demnach die verbrauchten Watt direkt angeben (*Wattstundenzähler*).

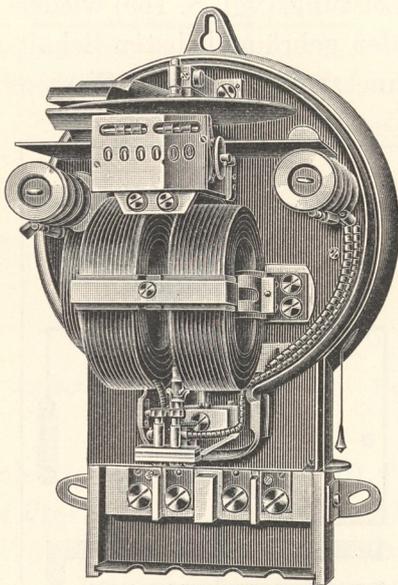


Fig. 418. Wattstundenzähler, geöffnet.

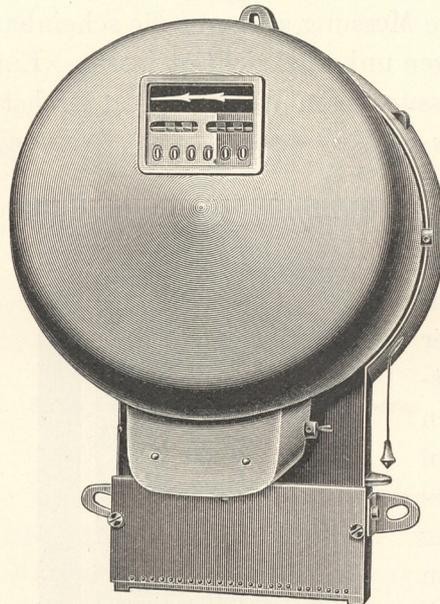


Fig. 419. Wattstundenzähler, geschlossen.

## V. Apparate.

### 1. Hilfsapparate.

Hilfsapparate sind Vorrichtungen zur Durchführung eines technisch einwandfreien

Betriebes. Man unterscheidet Widerstände, Schalter, Sicherungen und Blitzschutzvorrichtungen.

#### a) Widerstände.

Die Widerstände zum Betriebe elektrischer Maschinen zerfallen in *Regler* und *Anlasser*. Das Widerstandsmaterial besteht in beiden Fällen meist aus spiralförmig angeordneten Metalldrähten, die bei kleineren Stromstärken häufig auf Porzellanrollen aufgewickelt sind.

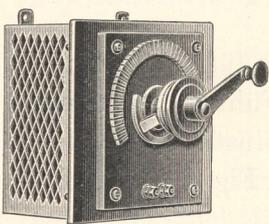


Fig. 420. Erregerstrom-Regler.

a) **Regler.** Regler sind Widerstände, die durch Vorschaltung vor die Magnetwicklung von Maschinen eine Veränderung des magnetischen Feldes und damit der Maschinenspannung (falls Dynamo) bzw. der Drehzahl (falls Motor) gestatten. Gewöhnlich schleift ein drehbarer Kontakt hebel über einer Bahn aus mehreren Kontakten, die mit den einzelnen Widerstandsstufen leitend verbunden sind (vgl. Fig. 328). „Nebenschlußregler“ benötigen einen *Kurzschlußkontakt*, der im Falle eines plötzlichen Abschaltens der Erregung dem in der Erregerwicklung auftretenden Induktionsstrom

einen unschädlichen Verlauf ermöglicht. Derartige Regler finden auch bei Wechselstromgeneratoren Verwendung zur Regulierung des von der Erregermaschine erzeugten Erregerstromes (Fig. 420). Häufig werden die Nebenschlußregler automatisch bedient, wobei ein kleiner Hilfsmotor den Kontakthebel mittels Schneckenradübersetzung betätigt. Die Steuerung dieses Motors erfolgt durch sogenannte *Relais*, das sind kleine, von der geringsten Spannungsschwankung beeinflusste Magnete.

β) **Anlasser.** Um Motoren bei der Inbetriebnahme vor zu starken, durch das Anlaufen hervorgerufenen Stromstößen zu schützen, benutzt man Anlasser, die ein stufenweises Einschalten des Ankerstromkreises gestatten. Ihre Schaltung ist aus Fig. 370 ersichtlich. Der innere Aufbau der Anlasser gleicht dem der Regler, doch werden vielfach, besonders wo auf gute Instandhaltung des Anlassers nicht zu rechnen ist, *Flüssigkeitsanlasser* verwendet (Fig. 421). Es sind dies Widerstände,