

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*).

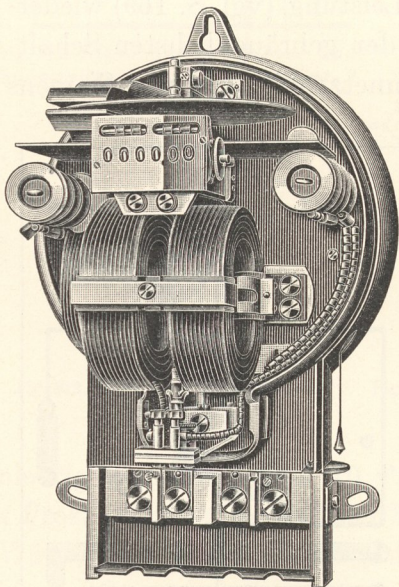


Fig. 418. Wattstundenzähler, geöffnet.

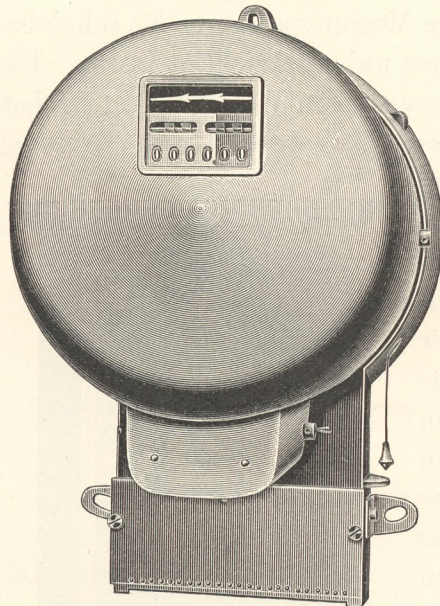


Fig. 419. Wattstundenzähler, geschlossen.

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.

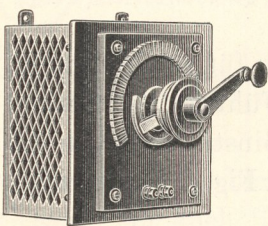


Fig. 420. Erregerstrom-Regler.

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,

bei denen sichelförmige Eisenplatten in mit Sodalösung gefüllte Gefäße tauchen. Fig. 422 zeigt einen *Ölanlasser*, dessen Widerstandsmaterial zwecks besserer Abkühlung in einem mit Öl gefüllten Gefäß untergebracht ist. — Auch die Anlasser lassen sich automatisch betätigen (*Selbstanlasser*).

b) Schalter.

Schalter dienen zum Öffnen und Schließen von Stromkreisen. Je nachdem die Betätigung von Hand oder automatisch erfolgt, unterscheidet man Handschalter und automatische Schalter. Sie werden *einpolig* oder auch *mehrpilig* ausgeführt.

a) **Handschalter.** Fig. 423 zeigt einen *Drehschalter* für Hausinstallationen.

Sein Prinzip besteht darin, daß eine kleine Metallwalze zwischen federnden Kontakten gedreht wird. Die Leitungen werden durch die vorn sichtbaren Löcher eingeführt und mit den betreffenden Kontakten verschraubt. Der einpolige *Momenthebelauschalter* Fig. 424 ist so eingerichtet, daß ein plötzliches Abreißen des Unterbrechungsfunkens stattfindet; Fig. 425 ist ein *doppelpoliger Umschalter*. Für größere Spannungen verwendet man *Ölschalter*, bei denen alle stromführenden Teile unter Öl liegen.

β) **Automatische Schalter.** Bei diesen erfolgt das Ausschalten selbsttätig. Es kann hervorgerufen werden durch ein übermäßiges Anwachsen der Spannung (*Maximalschalter*), durch Ausbleiben der Spannung (*Minimalschalter*), durch Spannungsrückgang (*Spannungsrückgangsschalter*) und endlich durch Änderung der Spannungsrichtung (*Rückstromschalter*).

In allen diesen Fällen beruht die Wirkung auf der Betätigung eines Magnets, der den Schalter durch eine geeignete mechanische Vorrichtung auslöst. Fig. 426 zeigt einen zweipoligen Maximalauschalter der Siemens-Schuckert-Werke. Auch die Ölschalter können automatisch bedient werden. Fig. 427 bringt das Schaltschema eines dreipoligen Maximalölschalters. Übersteigt in einer Phase der Strom die zulässige Grenze, so wird der Auslöser 1 angezogen; die Sperrklinke 2 löst aus, und der Schalter 3 wird durch die Kraft der Feder 4 betätigt. Fig. 428 gibt den Schalter in Ansicht wieder.

c) Sicherungen.

Sicherungen sind Vorrichtungen zum Schutze elektrischer Leitungen gegen Überlastung. Sie bestehen aus einem leicht schmelzbaren Metall und werden in die Leitung eingebaut, um, sobald der Strom eine unzulässige Höhe erreicht, infolge der dadurch bedingten Wärmeentwicklung abzuschmelzen und so den Strom selbsttätig zu

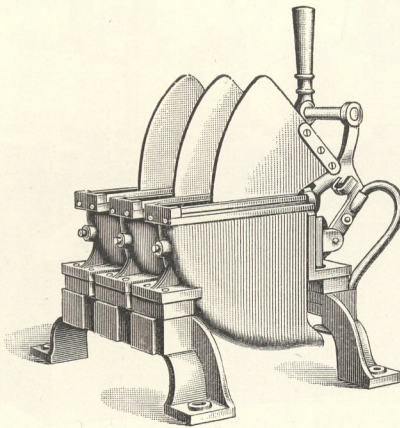


Fig. 421. Flüssigkeitsanlasser, geöffnet.

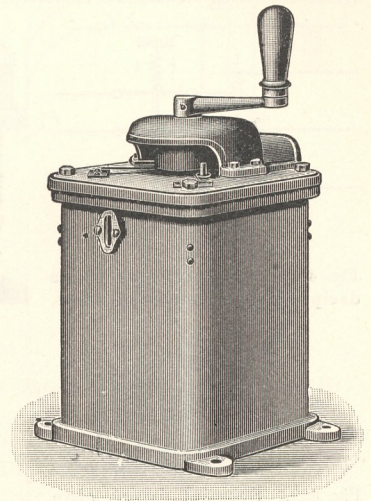


Fig. 422. Ölanlasser.

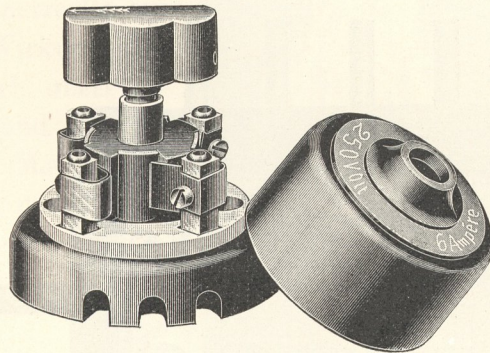


Fig. 423.

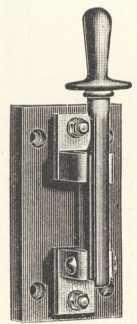


Fig. 424.

Fig. 423. Drehschalter. Fig. 424. Einpoliger Moment-Hebelauschalter.

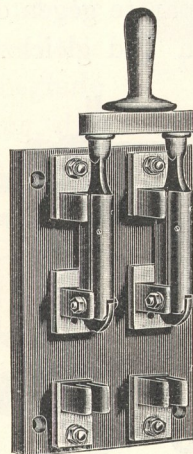


Fig. 425.

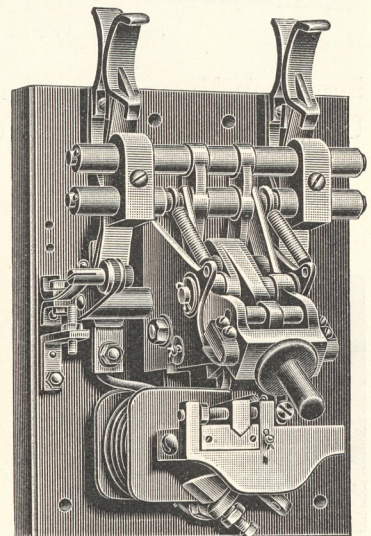


Fig. 426.

Fig. 425. Doppelpoliger Moment-Hebelumschalter. Fig. 426. Zweipoliger Maximalauschalter.

unterbrechen. Die Hauptbestandteile der Sicherungen bilden der *Sockel* mit den Leitungsanschlüssen und der eigentliche *Schmelzeinsatz*. Bei den für Hausinstallationen viel verwendeten *Stöpselsicherungen* ist der Schmelzeinsatz

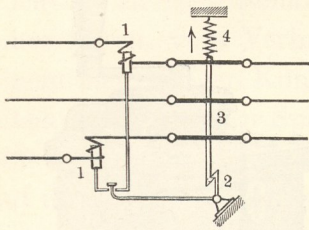


Fig. 427. * Schaltschema eines dreipoligen Maximalölschalters.

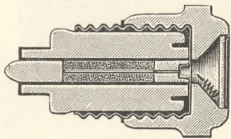


Fig. 429. Schnitt durch eine durchgebrannte Patrone mit Stöpselkopf.

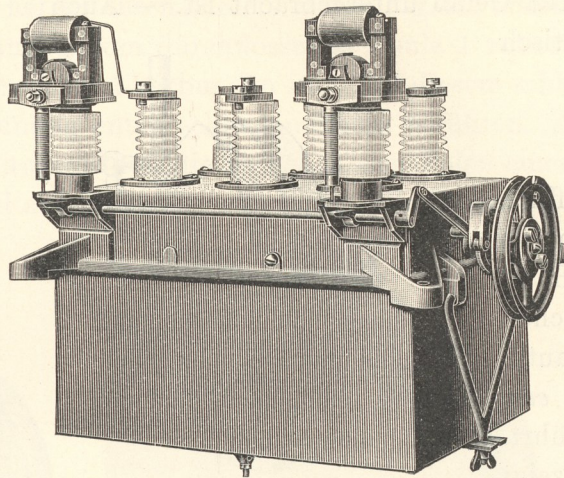


Fig. 428. Dreipoliger Maximalölschalter (Siemens-Schuckert-Werke).

weiter unterteilt in *Stöpsel* und *Stöpselkopf* (Fig. 429). Diese Zweiteiligkeit bietet den Vorteil, daß beim Durchschmelzen nur die Patrone, die den Schmelzdraht in Isoliermaterial eingebettet enthält, ersetzt zu werden braucht. Durch verschiedene Durchmesserabstufungen der Fußkontakte, entsprechend den Stromstärken, und verschiedene Längenabstufungen,

entsprechend den Spannungen, erhält man unverwechselbare Stöpselsicherungen, die jetzt ausschließlich verwendet werden. Die Stöpsel besitzen vielfach farbige Kennvorrichtungen, die beim

Durchschmelzen der Sicherung abspringen. Meist werden die Sicherungen mehrerer Stromkreise auf einer *Verteilungstafel* (Fig. 430) zusammengestellt.

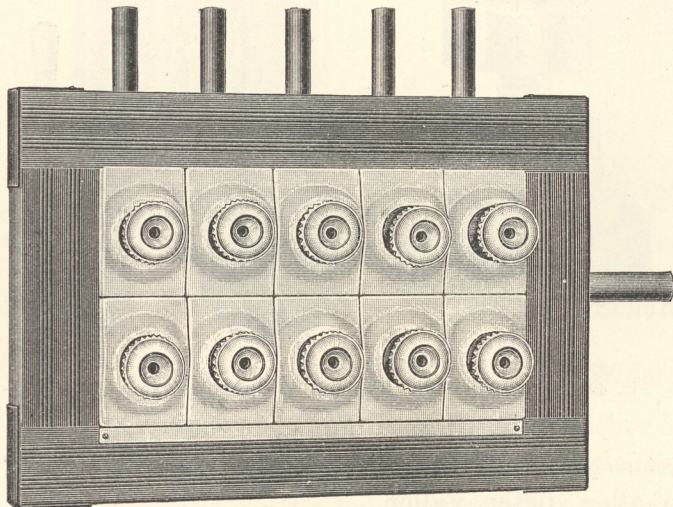


Fig. 430. Verteilungstafel.

Bei *Schalttafelsicherungen* (Fig. 431) ist ein Blei-, Zinn- oder Silberstreifen über einer feuerfesten Unterlage ausgespannt. Für Hochspannungen werden die Schmelzeinsätze meist in Porzellanröhren eingeschlossen und in Kontaktstücke eingeschoben, die an Hochspannungsisolatoren befestigt sind (Fig. 432).

d) Blitzschutzvorrichtungen.

Blitzschutzvorrichtungen haben elektrische Leitungen, um die mit ihnen verbundenen Maschinen und Apparate gegen die Wirkung von Blitzschlägen und sonst auftretenden Überspannungen zu schützen und gleichzeitig einen etwa durch den Blitzschlag eingeleiteten, über die sogenannte *Funkenstrecke* gehenden Maschinenstrom zum Verschwinden zu bringen. Die Funkenstrecke ist eine wenige Millimeter tragende Luftstrecke, wie sie z. B. beim *Hörnerblitzableiter* (Fig. 433) durch die Entfernung der beiden hörnerartig gebogenen Drahtstücke gegeben ist. Der Blitz ist eine sich etwa in dem tausendsten Teil einer Sekunde vollziehende Entladung von schwingendem Charakter. Bei sehr raschen elektrischen Schwingungen erschwert die Selbstinduktion den Stromdurchgang bedeutend. Eine Funkenstrecke wird daher der atmosphärischen Entladung trotz des überaus großen Luftwiderstandes einen besseren Weg bieten als einige Meter spiralförmig aufgerollten Kupferdrahtes mit hoher Selbstinduktion. Diese Tatsache benutzt man, indem man Funkenstrecke

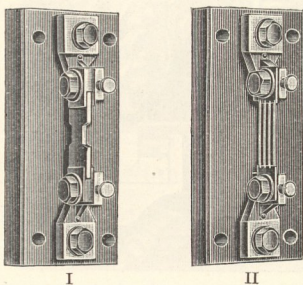


Fig. 431. Schalttafelsicherung. (I mit Zinn-Schmelzstreifen, II mit Silberdraht-Schmelzstreifen.)

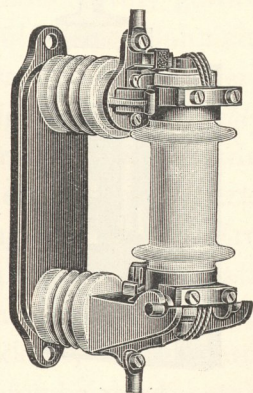


Fig. 432. Hochspannungs-Röhrensicherung (Siemens-Schuckert-Werke).

widerstandes einen besseren Weg bieten als einige Meter spiralförmig aufgerollten Kupferdrahtes mit hoher Selbstinduktion. Diese Tatsache benutzt man, indem man Funkenstrecke

und Selbstinduktion ähnlich wie in Fig. 434 gruppiert; es handelt sich dabei um eine Drehstromanlage. Der Strom wird vom Generator 1 erzeugt und von der Fernleitung 2 fortgeleitet. Vor Austritt aus der Zentrale hat der Strom jedoch in jeder Phase eine *Drosselspule* 3 zu passieren, eine Spule von großer Selbstinduktion bei sehr kleinem Ohmschen Widerstande, letzteres, um dem dauernd durchfließenden Nutzstrom einen möglichst geringen Widerstand zu bieten. Endlich enthält die Anlage drei Hörnerblitzableiter 4, die durch eine gemeinsame Erdplatte 5 geerdet sind. Schlägt der Blitz in die Fernleitung ein, so findet er infolge der in den Drosselspulen auftretenden Selbstinduktion keine Zeit, bis zur Maschine zu gelangen und dort Unheil zu stiften; er überspringt vielmehr den geringen Luftzwischenraum der Hörnerblitzableiter und geht zur Erde, wobei er den Maschinenstrom mitzureißen sucht. Es bildet sich infolgedessen zwischen der Funkenstrecke ein Lichtbogen, der, durch die elektrodynamische Wirkung des Stromes und den aufsteigenden Luftstrom nach oben getrieben, die Hörner entlang wandert (Fig. 435) und schließlich (nach etwa 1 Sekunde) abreißt, da die Maschinenspannung den immer größer werdenden Abstand nicht mehr überwinden kann.

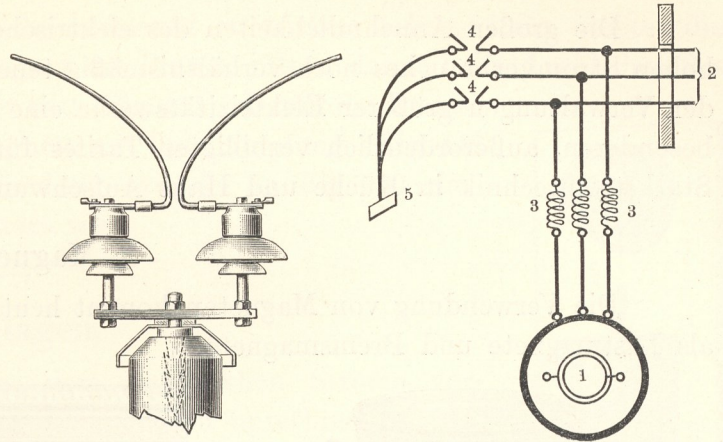


Fig. 433. Hörnerblitzableiter. Fig. 434. Schema einer Blitzschutzanlage.

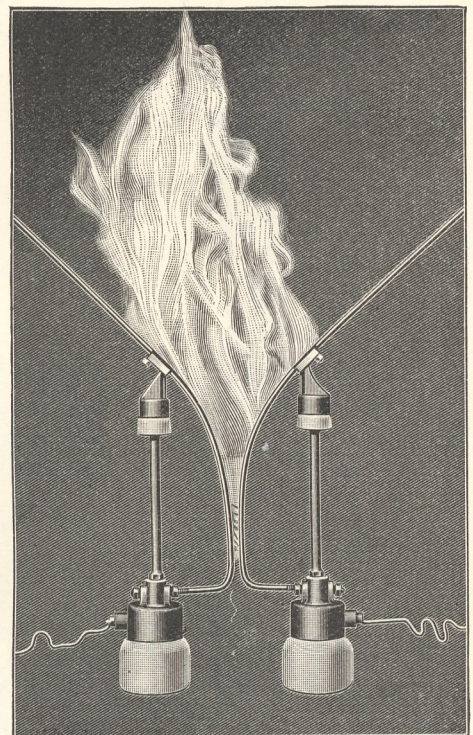


Fig. 435. Hörnerblitzableiter in Tätigkeit.

2. Koch- und Heizapparate.

Das elektrische Kochen und Heizen beruht auf der Anwendung Joulescher Wärme. Die *Heizkörper* bestehen gewöhnlich aus Metalldrähten oder -bändern, die auf verschiedene Art mit Isoliermaterial vereinigt sein können. Die Apparate nach dem *Prometheus-System* besitzen Heizkörper aus Glimmerstreifen, die mit einer feinen Edelmetallschicht überzogen sind. Bei den regulierbaren Apparaten sind die Heizkörper in mehrere Gruppen unterteilt, so daß man mittels von außen bedienbarer Kontakte verschiedene Wärmegrade erreichen kann. Belieb ist die dreistufige Regulierung, deren Anordnung Fig. 436 schematisch wiedergibt. Die in der Figur punktiert angedeutete Leitung ist an den einen Pol, die beiden ausgezogenen Leitungen sind an den zweiten Pol anzuschließen. Bei Schaltung I sind beide Heizkörpergruppen parallel geschaltet: es entwickelt sich die stärkste Hitze. Bei Schaltung IIa und IIb ist nur eine Gruppe eingeschaltet; Resultat: mäßige Hitze. Schaltung III ergibt, da beide Gruppen hintereinander geschaltet sind, die geringste Wärmewirkung und dient besonders zum Warmhalten von Speisen. Einen elektrischen Kochtopf zeigt Fig. 437.

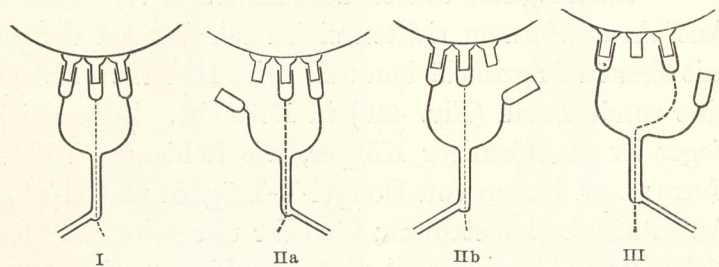


Fig. 436. Schaltung elektrischer Kochapparate.

Einen elektrischen Kochtopf zeigt Fig. 437. Fig. 438 veranschaulicht einen *elektrischen Zimmerofen*. Derartige Öfen sind Widerstandsöfen und enthalten Heizelemente verschiedener Form (Fig. 439).

Die großen Annehmlichkeiten des elektrischen Kochens und Heizens werden infolge des hohen Stromverbrauches noch verhältnismäßig teuer erkauft. Jedoch macht sich neuerdings in den Verwaltungen größerer Elektrizitätswerke eine Richtung bemerkbar, durch Schaffung eines besonderen, außerordentlich verbilligten Tarifes für Koch- und Heizzwecke diesem Zweige der Starkstromtechnik in Küche und Haus Aufschwung zu verschaffen.

3. Magnete.

Die Verwendung von Magneten kommt heutzutage immer mehr in Aufnahme, besonders als Lastmagnete und Bremsmagnete.

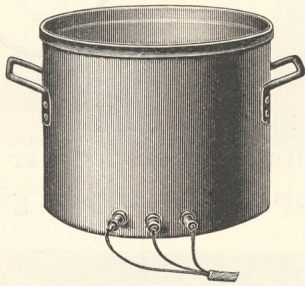


Fig. 437. Elektrischer Kochtopf, System Prometheus.

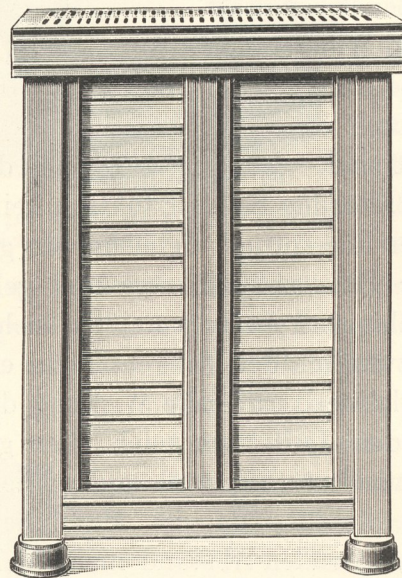


Fig. 438. Elektrischer Zimmerofen, System Prometheus.

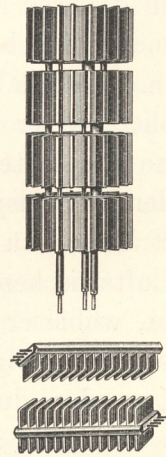


Fig. 439. Heizelemente elektrischer Öfen.

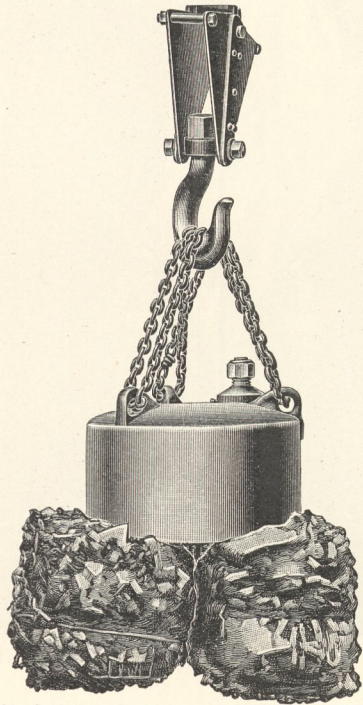


Fig. 440. Lastmagnet (Siemens-Schuckert-Werke).

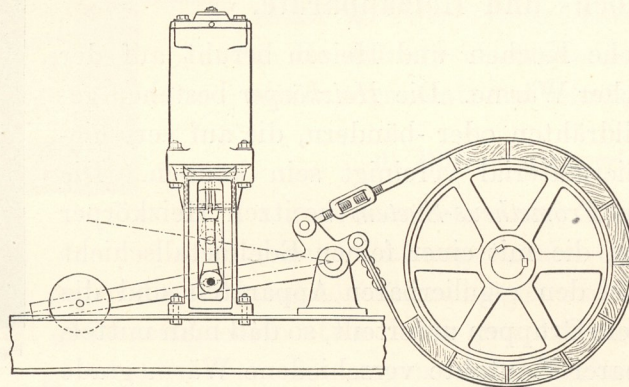


Fig. 441. Bremsmagnet mit Bremsvorrichtung.

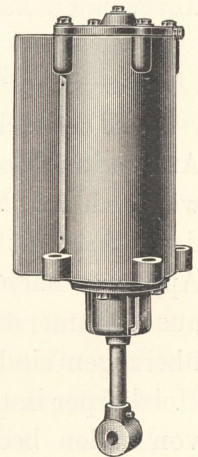


Fig. 442. Bremsmagnet.

Lastmagnete dienen zum Anheben von Schmiedeeisen-, Stahl- und Graugußkörpern. Die Ausführungsformen richten sich nach der Art der zu hebenden Stücke. Bei massiven Körpern mit ebenen Angriffsflächen und beim Heben von Blechen und Schweißpaketen kommt gewöhnlich eine runde Form (Fig. 440) in Betracht. Zum gleichzeitigen Anheben mehrerer nebeneinanderliegender stabförmiger Körper, wie Schienen, Walzeisen usw., eignet sich besser eine längliche Form; zum Heben von Doppel-T-Trägern und U-Eisen hat man besondere Magnete mit schmaler Aufsatzfläche konstruiert; für sehr unregelmäßige Körper Magnete mit mehreren verschieblichen Polen (vgl. Abteilung „Arbeitsmaschinen“, Fig. 538, S. 234).

Zum Betriebe der Kranlastmagnete ist Gleichstrom erforderlich. In Drehstromnetzen ist zu ihrer Verwendung die Aufstellung eines Drehstrom-Gleichstromumformers notwendig. Der Energieverbrauch der Magnete ist außerordentlich gering. Beispielsweise verbraucht ein Magnet von 820 kg Tragkraft nur 120 Watt, d. h. etwa 1,1 Ampere bei 110 Volt.

Bremsmagnete sind Elektromagnete, die bremsend zu wirken haben. Man richtet die Schaltung meist so ein, daß der erregte Magnet die Bremse lüftet, damit beim Ausbleiben des Stromes die Bremse auf alle Fälle in Tätigkeit tritt (Fig. 441). Damit die Bremse stoßfrei arbeitet, versieht man die Bremsmagnete mit Luftdämpfung. Fig. 442 zeigt einen Bremsmagnet, wie er in Verbindung mit der in Fig. 441 dargestellten Bremsvorrichtung vielfach verwendet wird.

VI. Schaltanlagen.

Eine Schaltanlage hat die Aufgabe, dem elektrischen Strome vorgeschriebene Bahnen zu weisen und ihn gegebenenfalls zu unterbrechen. Sie enthält die Meßinstrumente zur Kontrolle der Maschinen sowie in größeren Anlagen die zur Bedienung der Maschinen erforderlichen Regulierapparate, endlich die zum Schutze der Leitungen nötigen Schutzvorrichtungen.

Fig. 443 zeigt eine *Motorschalttafel*. Sie besitzt einen Momenthebelausschalter, unverwechselbare Patronensicherungen und Stromzeiger und wird nahe dem zu betätigenden Motor an der Wand befestigt. Derartige Schaltvorrichtungen werden auch als *Schaltkasten* ausgeführt, bei denen ein eisernes Gehäuse alle stromführenden Teile umgibt. In Hochspannungsanlagen werden *Ölschaltkasten* verwendet, bei denen Schalter und Sicherungen unter Öl liegen.

In größeren Betrieben werden einzelne Marmor- oder Schieferfelder mit darauf montierten Apparaten zu einer *Schaltanlage* (Fig. 444) vereinigt. Diese muß übersichtlich sein und sowohl die Sicherheit des Betriebes wie die des Betriebspersonals in jeder Beziehung gewährleisten.

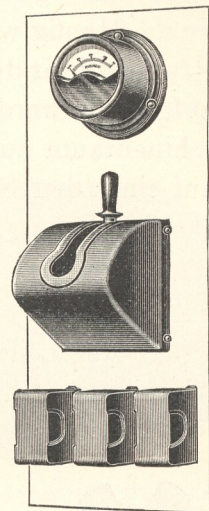


Fig. 443.
Motorschalttafel.

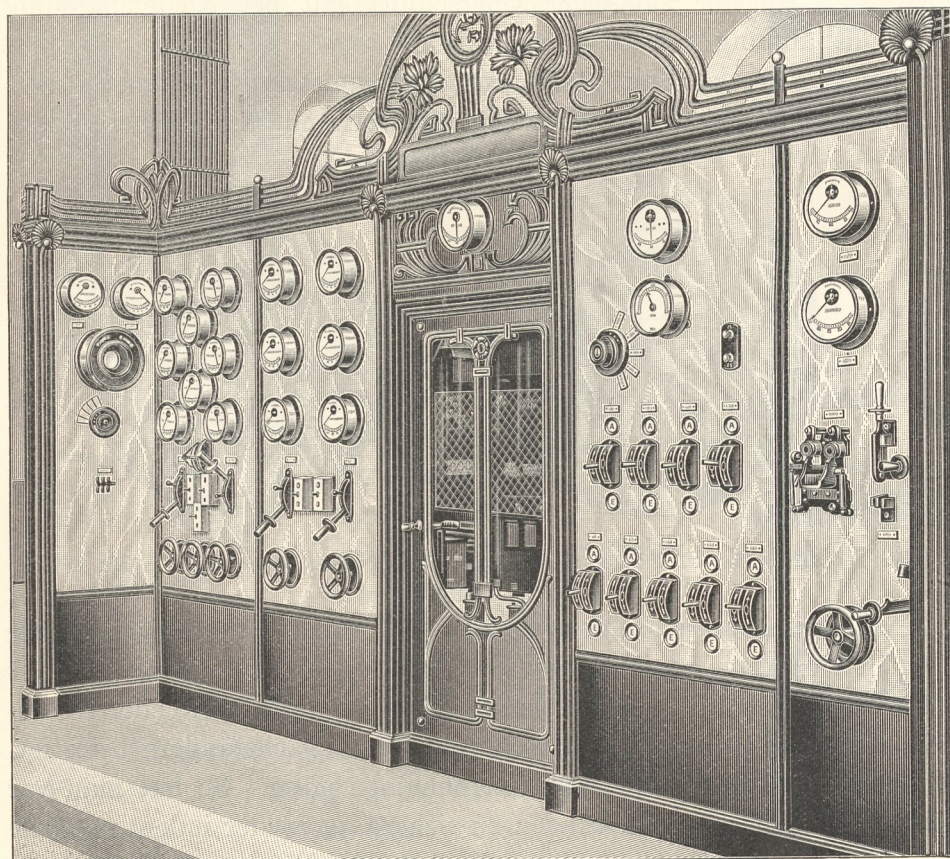


Fig. 444. Schalttafel des Kreis-Elektrizitätswerkes Schwelm (Siemens-Schuckert-Werke).

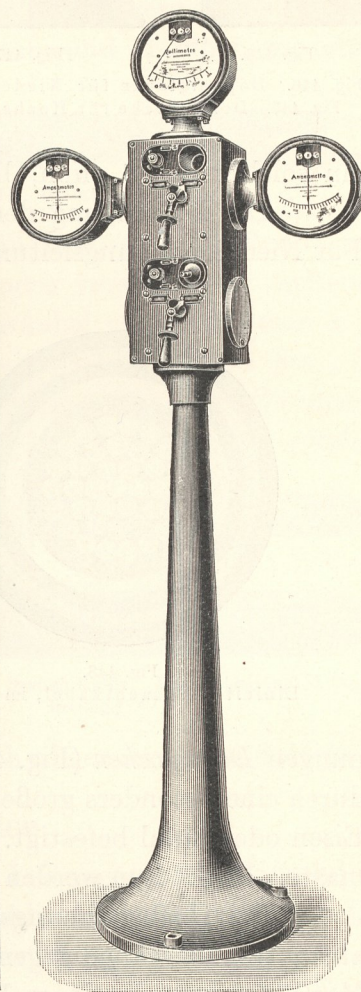


Fig. 445. Schaltsäule (A. E. G.).

Bei Hochspannungsanlagen vermeidet man die Anbringung hochspannungsführender Teile auf der Vorderseite der Schalttafel, wo sie der Berührung während des Betriebes zugänglich sind.