

Vielmehr finden vorn nur die an der Niederspannungsseite der Meßtransformatoren angeschlossenen Instrumente und die Schalthebel zur Betätigung der Ölschalter Platz. Das die Hochspannungsapparate tragende Gerüst wird meistens in einem besonderen abgeschlossenen Raum untergebracht.

Häufig wird eine vorteilhafte Anordnung dadurch erreicht, daß man die Apparate und Instrumente für die Generatoren in *Schaltsäulen* (Fig. 445) unterbringt, die so auf dem Schaltpodium aufgestellt werden, daß der Schalttafelwärter bei der Beobachtung der Instrumente dem Maschinenraum zugewendet ist. Die Apparate und Instrumente der Abzweigungen werden dann auf einer den Schaltsäulen gegenüberliegenden Wand untergebracht.

## VII. Leitungen.

Als Leitungsmaterial verwendet man meistens Kupfer, bei hohen Kupferpreisen auch Aluminium. Für die gleiche Stromstärke müssen Aluminiumleitungen wegen des höheren spezifischen Widerstandes wesentlich stärker sein als Kupfer. So entspricht z. B. einer Kupferleitung von 50 qmm Querschnitt eine Aluminiumleitung von 82 qmm. In beiden Fällen ergibt sich der Widerstand von 1000 m Länge zu 0,35 Ohm. Während das Kupfergewicht in diesem Falle jedoch 445 kg beträgt, wiegt das Aluminium nur 214 kg, ist also um mehr als die Hälfte leichter.

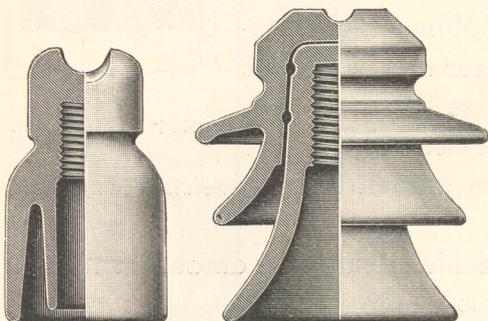


Fig. 446.

Fig. 447.

Fig. 446. Doppelglocke für Niederspannung.  
Fig. 447. Deltaglocke für Hochspannung.

### 1. Freileitungen.

Freileitungen sind aus blankem, hartgezogenem Kupferdraht bestehende oberirdische Leitungen. Als geringster zulässiger Querschnitt gilt bei Niederspannung ein solcher von 6 qmm, bei Hochspannung von 10 qmm.

Die Befestigung der Leitungen an den Leitungsträgern erfolgt mittels *Porzellanisolatoren*. Für Niederspannungsleitungen werden *Doppelglocken* nach Fig. 446 verwendet, für höhere Span-

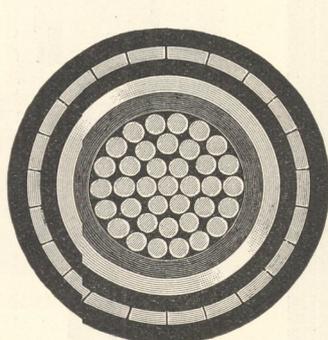


Fig. 448.

Einleiter-Schachtkabel, im Schnitt.

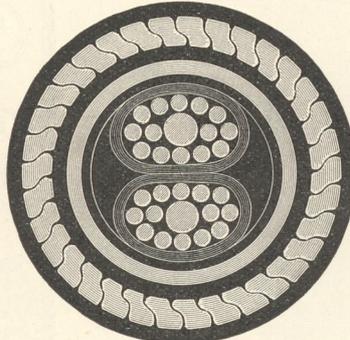


Fig. 449.

Zweileiter-Flußkabel, im Schnitt.

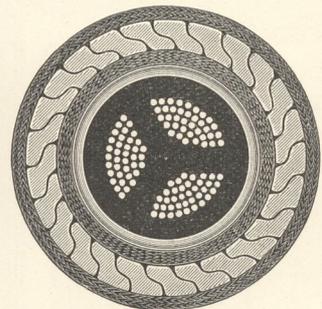


Fig. 450.

Drehstromkabel, im Schnitt.

nungen *Deltaglocken* (Fig. 447), bei denen die einzelnen Glocken weit voneinander abstehen, wodurch eine besonders große Betriebssicherheit erreicht wird. Der Isolator wird auf einer Stütze aus Eisen oder Stahl befestigt. Als Leitungsträger dienen Holzmaste, eiserne Rohrmaste oder Gittermaste. In Städten werden die Leitungen vielfach an Wandkonsolen oder Dachständern befestigt.

Bei Hochspannungsleitungen sind besondere Schutzmaßnahmen nötig. So hat man vor allem Wegübergänge gegen das Herabfallen von Leitungen zu sichern, entweder indem man die Mastlänge bzw. den Mastabstand so wählt, daß ein gerissener Draht außer Reichweite bleibt, oder durch Anbringung von *Fangnetzen* unterhalb der Leitungen.

## 2. Kabel.

In Fällen, wo man von der oberirdischen Verlegung elektrischer Leitungen absehen und die Leitungen im Erdboden oder gar in Seen und Flüssen verlegen muß, verwendet man *Kabel*.

Den stromleitenden Teil eines Starkstromkabels bildet die *Kabelseele*, eine Anzahl blanker Kupferdrähte, die in steilen Schraubenlinien umeinandergelegt sind. Die Seele erhält eine Umspinnung von mit isolierender Masse getränkter Jute. Dann wird das Kabel mit einem nahtlosen Bleimantel umpreßt, und darüber kommt eine aus Eisendrähnen oder Eisenband bestehende *Armatur*. Diese wird mit einer mehrfachen Umspinnung von Faserstoff bedeckt, die letztere mit Isoliermasse getränkt und das Ganze endlich, um das Kleben der Oberfläche zu verhindern, durch ein Bad von Kalkmilch gezogen. Ein solches Kabel zeigt Fig. 448 im Schnitt; es ist ein sogenanntes *Einleiter-Schachtkabel* mit rundem Leiter für 700 Volt Gleichstrom.

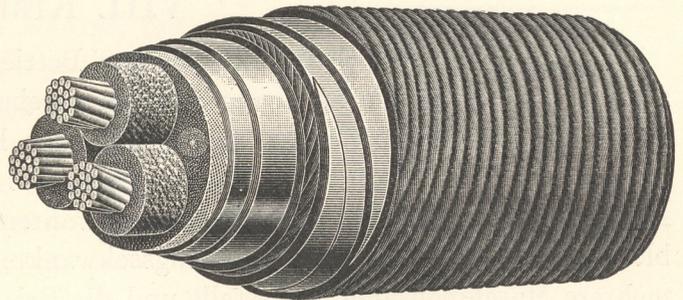


Fig. 451. Verseiltes Dreileiterkabel mit doppeltem Bleimantel und Eisenbandarmierung.

Man unterscheidet blanke Bleikabel, asphaltierte Bleikabel und asphaltierte Bleikabel mit Armatur.

*Blanke Bleikabel* besitzen als einzigen Schutz den Bleimantel; der Bleimantel der *asphaltierten Bleikabel* ist durch eine zwischen zwei neutralen Kompositionsschichten eingebettete Papierumspinnung und eine asphaltierte Juteschicht geschützt. Die *armierten asphaltierten Bleikabel* erhalten außer dem vorerwähnten Schutz eine Armatur aus Bandeisen oder Eisendrähnen und darüber wiederum einen Überzug von asphaltierter Jute, der die Eisenbänder vor dem Verrosten schützen soll.

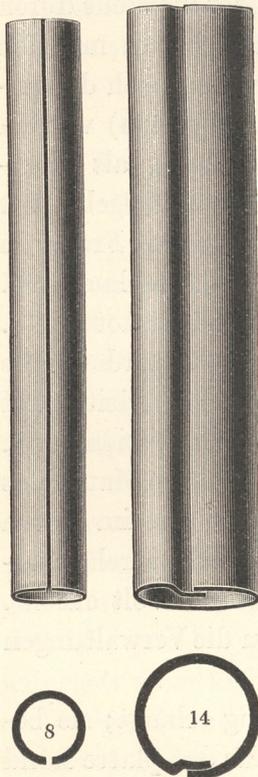


Fig. 453. Stahlrohre, System Peschel.

Nach der Anzahl der im Kabel enthaltenen Leitungen unterscheidet man *Einleiter*-, *Zweileiter*- und *Dreileiterkabel*. Die Leitungen sind miteinander verseilt oder (seltener) konzentrisch zueinander angeordnet. *Zweileiterkabel* verwendet man z. B. für Einphasenwechselstrom, wobei die eine Leitung den Strom hin-, die andere ihn zurückleitet. Fig. 449 zeigt ein solches verseiltes *Zweileiter*-(Fluß-)Kabel im Schnitt, wobei die Leitungen nicht runde, sondern sektorförmige Form haben, eine Anordnung, die eine bessere Ausnutzung des stromführenden Teiles gestattet. Fig. 450 veranschaulicht ein *Drehstromkabel* von Felten & Guil-

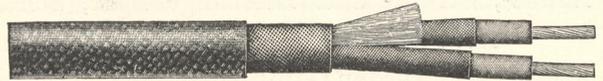


Fig. 452. Gummiaderleitung.

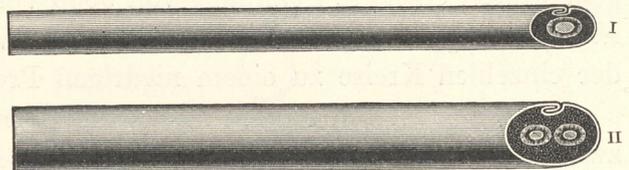


Fig. 454. Rohrdrähte, System Kuhlo. (I Einfachleitung, II Doppelleitung.)

leume in Mülheim a. R. Fig. 451 zeigt ein Kabel mit nach und nach abgenommenen Schichten.

## 3. Leitungen innerhalb von Gebäuden.

In geschlossenen Räumen gelangen hauptsächlich isolierte Leitungen zur Verwendung (Fig. 452). Ihre Verlegungsart ist eine sehr verschiedene. Wo der Anblick der offen verlegten Leitung nicht stört, genügt die Verlegung auf Isolierrollen. Viel häufiger ist jedoch die Verwendung von Rohren, in die der isolierte Leiter eingezogen wird. Diese Verlegungsart schützt am besten gegen mechanische Beschädigungen und gestattet eine unauffällige Verlegung. Die Rohre können aus Hartgummi, aus Papier mit dünnem Metallmantel bzw. starkem Eisenmantel, oder ohne isolierende Einlage einfach aus Metall bestehen. Zu Rohren der letzteren Art gehören *Stahlrohre*

*System Peschel* (Fig. 453). Außerdem verwendet man, als unauffälligste Verlegungsart, *Rohrdrähte* (Fig. 454) aus Einfach- oder Mehrfachgummiaderleitungen, die mit einem Schutzmantel aus Messing oder verbleitem Eisen dicht umpreßt sind. Der Metallmantel der Rohrdrähte kann als Rückleiter benutzt werden, so daß bei Verwendung dieses Systems eine bedeutende Ersparnis an Leitungsmaterial erzielt wird.

## VIII. Kraftstationen.

In der Kraftstation sind alle zum Betriebe einer elektrischen Anlage erforderlichen Maschinen und Apparate zu einem Ganzen vereinigt.

Die elektrische Energie der Kraftstation kann von einem oder mehreren Maschinensätzen geliefert werden. Damit im ersteren Falle eine möglichst gute wirtschaftliche Ausnutzung der Anlage erreicht wird, muß die Belastung während der ganzen Betriebszeit annähernd gleichgroß bleiben. Treten wesentliche Belastungsschwankungen für längere Zeiträume ein, so werden besser mehrere Maschinensätze aufgestellt und die Belastung so verteilt, daß jeder Maschinensatz möglichst voll ausgenutzt wird. Bei einer derartigen Anordnung ist auch die nötige Reserve vorhanden, falls einmal ein Maschinensatz infolge notwendig werdender Reparaturen u. dgl. stillgesetzt werden muß. In größeren Kraftstationen werden stets mehrere Maschinensätze verwendet.

Die Verbindung zwischen den Dynamomaschinen und der Schalttafel findet meistens durch Kabel statt. Bei Vorhandensein mehrerer Maschinen werden diese durch Ausschalter mit den hinter der Schalttafel befindlichen *Sammelschienen* verbunden. Von diesen zweigen sich die einzelnen Leitungen nach den Versorgungsgebieten ab. Auf der Schalttafel (vgl. Fig. 444) werden alle zum geregelten Betriebe der Anlage erforderlichen Instrumente und Apparate, als Spannungs-, Strom- und Leistungszeiger, Schalter, Sicherungen, Widerstände usw., untergebracht.

Als Kraftmaschinen kommen hauptsächlich Dampf- und Wasserkraftmaschinen in Frage; in neuerer Zeit werden Dampfturbinen viel verwendet, für kleinere Anlagen auch Gas- und Dieselmotoren.

Die billigste Antriebskraft bleibt das Wasser (vgl. Abteilung „Wind- und Wassermotoren“). Die Ausnutzung der Wasserkräfte hat denn auch im letzten Jahrzehnt eine außerordentliche Steigerung erfahren. Selbst in die kleinsten Gebirgsortschaften hat sich die Elektrizität auf diese Weise Eingang verschafft. Der Bau von Talsperren nimmt immer größere Dimensionen an. In der Urfttalsperre-Heimbach, südöstlich von Aachen, wird z. B. durch eine gewaltige Mauer das Tal der Urft kurz vor der Mündung in die Ruhr abgesperrt und das Gefälle für eine im ersten Ausbau auf 12 000 Pferdestärken bemessene Kraftstation ausgenutzt. Die in sechs Drehstromgeneratoren erzeugte Spannung von 5000 Volt wird in Öltransformatoren auf 35 000 Volt erhöht. Mit dieser Spannung wird die Energie in das Verteilungsgebiet geleitet, wo sie an die Verwaltungen der einzelnen Kreise zu einem niedrigen Preise abgegeben wird.

In den letzten Jahren haben die *Überlandzentralen* eine große Bedeutung erlangt; sie bezwecken eine Zentralisierung elektrischer Energie zu Licht- und Kraftzwecken für das platte Land unter Einschluß kleinerer Städte.

## IX. Kraftübertragung und Kraftverteilung.

### 1. Kraftübertragung.

Bei der *elektrischen Kraftübertragung* wird die an einem Ort erzeugte elektrische Energie zu einem oder mehreren Arbeitsorten geleitet, um dort wieder verbraucht zu werden.

Mit der Entfernung des Erzeugungsortes vom Verbrauchsort wachsen die Kosten für die die Kraftübertragung vermittelnden Leitungen. Infolgedessen sucht man den Leitungsquerschnitt möglichst zu verringern, was aber voraussetzt, daß auch die zu übertragende Stromstärke entsprechend niedrig gewählt wird. Da sich nun die elektrische Leistung als Produkt aus Spannung und Stromstärke bestimmt, ist man, um mit niedrigen Stromstärken zu arbeiten, an hohe