

Spannungen gebunden. Es ist dies der einzige Weg, größere Energiemengen auf weite Entfernung zu übertragen. Deshalb ist zur Kraftübertragung Drehstrom viel geeigneter als Gleichstrom. Denn während man bei Gleichstrom nur selten über Spannungen von 1000 Volt hinausgeht, kann man bei Drehstrom durch Verwendung von Transformatoren Spannungen von 10 000 und 20 000 Volt und darüber erreichen. Beispielsweise werden bei der von den Siemens-Schuckert-Werken gebauten Anlage von Molinar am Flusse Jucar 30 000 PS nach Madrid, Valencia, Cartagena und Alcoy übertragen, wobei eine Spannung von 66 000 Volt angewendet wird. Die 240 km lange Leitung nach Madrid, die mit  $2 \times 3$  Kupferdrähten von 50 qmm Querschnitt projektiert wurde, hat allein ein Gewicht von etwa 650 t. Ist auch die Spannung von 66 000 Volt außerordentlich hoch, so ist sie doch nicht die äußerste, die für Hochspannungsanlagen in Frage kommt. Neuerdings wurde für die Kraftübertragungsanlage Riesa-Gröba der Aktiengesellschaft Lauchhammer eine Spannung von 110 000 Volt gewählt.

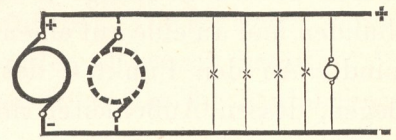


Fig. 455. Zweileitersystem.

## 2. Kraftverteilung.

Während die Kraftübertragung elektrische Energie von der Erzeugungsstelle zur Verbrauchsstelle zu leiten hat, fällt der *Kraftverteilung* die Aufgabe zu, die Energie zweckmäßig zu verteilen. Dies kann sowohl durch Gleichstrom wie durch Wechselstrom geschehen.

### a) Gleichstromsysteme.

Für Einzelanlagen und städtische Zentralen kleineren Umfanges wird fast durchgängig Gleichstrom verwendet. Als Verteilungssysteme kommen besonders das Zweileiter- und das Dreileitersystem in Frage.

a) **Zweileitersystem.** Dieses (Fig. 455) ist das meistverwendete Verteilungssystem. Die gebräuchlichsten Spannungen betragen 110, 220, 440 und 500 Volt. Sämtliche Stromverbraucher, als Lampen, Motoren, Heizkörper usw., werden parallel geschaltet, so daß, wenn man von dem in den Leitungen auftretenden Spannungsabfall absieht, an den Polen der Stromverbraucher stets die gleiche Spannung herrscht. Dabei ist eine Lampe bzw. ein Motor unabhängig von dem anderen, kann also nach Belieben ein- und ausgeschaltet werden. Sind in der Kraftstation mehrere Maschinen vorhanden, so werden diese ebenfalls parallel geschaltet. Fig. 456 veranschaulicht das Zweileiternetz einer kleinen Ortschaft. Die Querschnitte der Leitungen stufen sich immer mehr ab, je nachdem sie in der Hauptstraße, in kleineren Nebenstraßen oder endlich in Häusern verlegt werden.

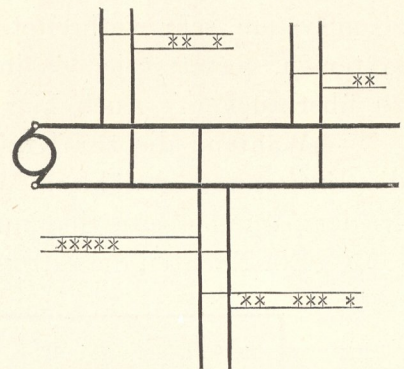


Fig. 456. Zweileiternetz.

β) **Dreileitersystem.** Dieses ist eine Kombination von zwei Zweileitersystemen, deren Stromerzeuger hintereinander geschaltet sind (Fig. 457). Haben die Maschinen je 110 Volt Spannung, so herrscht zwischen ihren äußeren Klemmen eine Spannung von 220 Volt. Die beiden inneren Leitungen werden zu einem gemeinsamen *Mittelleiter* vereinigt, den man auch *Nulleiter* nennt, weil er bei gleichmäßiger Belastung der beiden Netzhälften stromlos ist; bei ungleicher Belastung vermittelt er den Ausgleich der Ströme. Er erhält gewöhnlich nur den halben Querschnitt der *Außenleiter*. Da die günstigste Spannung der Glühlampen 110 Volt beträgt, so werden diese zwischen den Null- und einen Außenleiter eingeschaltet. Motoren hingegen legt man mit beiden Polen an die Außenleiter, da im anderen Falle das Netz zu ungleich belastet würde.

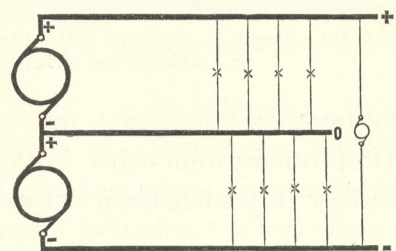


Fig. 457. Dreileitersystem mit zwei Maschinen.

Das Dreileitersystem läßt sich auch mit nur einer Maschine betreiben; die Spannungsteilung erfolgt dann durch eine Akkumulatorenbatterie oder durch einen besonderen *Spannungsteiler*.

Im ersten Falle (Fig. 458) teilt man die Akkumulatorenbatterie, die aus einer der Maschinen- spannung entsprechenden Elementenzahl bestehen muß, in zwei gleichgroße Teile 1 und 2; den positiven Pol der einen Hälfte 1 verbindet man mit dem positiven, den negativen Pol der anderen Hälfte 2 mit dem negativen Pol einer Nebenschlußmaschine 3 und legt die beiden noch freien Pole der Batteriehälften an die Ausgleichsleitung. — Der zweite Fall (Fig. 459) sieht eine *Dreileitermaschine* 1 vor. Diese unterscheidet sich von einer normalen Maschine nur durch zwei Schleifringe 2 und 3, die mit zwei diametralen Punkten der Ankerwicklung verbunden und an eine auf einen Eisenring aufgewickelte Spule, den Spannungsteiler 4, angeschlossen sind. An den Punkt 0 des Spannungsteilers kann man den Nulleiter eines Dreileiternetzes legen, dessen Außenleiter mit den Klemmen der Maschine verbunden sind. Während nun bei ungleicher Belastung der Netzhälften die vom Nulleiter geführten Gleichströme über den Spannungsteiler ungehindert zum Anker zurückfließen, d. h. sich ausgleichen können, ist den in den Ankerspulen erzeugten Wechselströmen ein derartiger Ausgleich infolge der hohen, im Spannungsteiler auftretenden Selbstinduktion unmöglich gemacht.

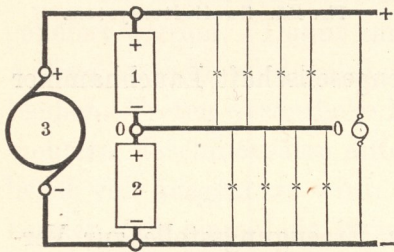


Fig. 458. Dreileitersystem mit einer Maschine und Akkumulatorenbatterie.

### b) Drehstromsystem.

Von den Wechselstromsystemen ist vor allem das Drehstromsystem sehr verbreitet. Es unterscheidet sich im Prinzip nicht von den Gleichstromsystemen, gestattet jedoch infolge der Verwendung von Transformatoren, weitere Entfernungen zu überbrücken. Auch hier werden Stromerzeuger und Stromverbraucher parallel geschaltet.

Während die zur Kraftübertragung verwendete Hochspannung jeden mit Rücksicht auf die Entfernung gewählten Wert annehmen kann, bevorzugt man zur Kraftverteilung auf der Niederspannungsseite Spannungen von 120, 220 und 500 Volt.

Ein Nachteil dieses Systems liegt darin, daß, da die Verwendung von Akkumulatoren ausgeschlossen ist, der Betrieb in der Zentrale unter Umständen nur einer einzigen Lampe wegen die ganze Nacht aufrecht erhalten werden muß; ein weiterer Nachteil darin, daß die Transformatoren auch dann Energie verbrauchen, wenn sie sekundär nicht belastet sind, d. h. *leerlaufen*. Hierdurch geht ein nicht unbeträchtlicher Teil der in der Zentrale erzeugten Energie nutzlos verloren.

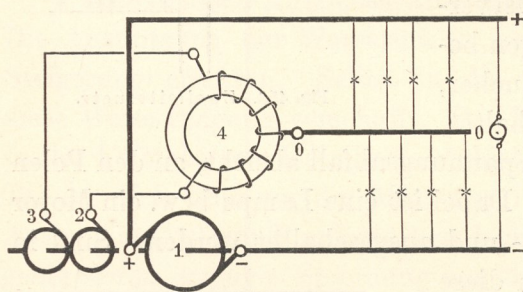


Fig. 459. Dreileitersystem mit einer Maschine und Spannungsteiler.

### c) Kombiniertes System.

Um die Vorteile der Gleichstrom- und Drehstromsysteme zu vereinigen, wendet man kombinierte Systeme an. Bei dem Drehstrom-Gleichstrom-Umformersystem wird hochgespannter Drehstrom zu *Unterstationen* geführt, wo er durch Umformer in Gleichstrom verwandelt wird, der nun die Verwendung von Akkumulatoren gestattet.

## X. Verwendungsgebiete der Elektromotoren.

Der Elektromotor ist unzweifelhaft die vollkommenste Antriebsmaschine der Gegenwart. Er ist stets betriebsbereit und durch einen äußerst einfachen Schaltmechanismus zu betätigen; er läuft mit Last an und gestattet eine weitgehende Änderung seiner Drehzahl. Er bedarf fast keiner Bedienung und Wartung und zeigt in allen Teilen größte Einfachheit; er benötigt zur Aufstellung nur einen geringen Raum und läßt sich selbst an Decken und Wänden montieren. Diese Vorzüge haben dem Elektromotor auf fast allen Gebieten des modernen Wirtschaftslebens Eingang verschafft und ihn für weite Kreise der Industrie unentbehrlich gemacht.

Der Bergbau hat dem Elektromotor über und unter Tage eine dominierende Stellung