

Entwicklung und Lage der englischen Elektrotechnik.

Von Gisbert Kapp.

Die Anfänge der englischen Elektrotechnik fallen in das Jahr 1882. Die Ausstellung in Paris i. J. 1881 und das Bekanntwerden der Glühlampe gaben den Anstoß. Da man indessen von einer richtigen Konstruktion der Dynamos und namentlich einer richtigen Stromverteilung keinen klaren Begriff hatte und weil ferner das i. J. 1882 vom Parlament angenommene Elektrizitätsgesetz bestimmte, daß die Gesellschaften ihre Werke bereits nach 21 Jahren an die Municipalitäten verkaufen mußten, so wurde das Kapital nach einigen unglaublichen Versuchen auf längere Zeit abgeschreckt. Die Fernverteilung war auch noch nicht hinlänglich ergründet; die Transformatoren von Gaulard und Gibbs hatten Serienschaltung und trotz Kennedys Aufstellungen blieb die Sache so bestehen, bis Ferranti die technische Leitung der Londoner Werke übernahm und Parallelschaltung bei den Transformatoren einführte.

Allmählich (seit 1888) faßte das Publikum wieder Mut, nachdem man gesehen, daß in New-York und in Berlin die Zentralen gut arbeiteten und auch das Elektrizitätsgesetz dahin abgeändert worden war, daß die Gesellschaften ihre Werke erst nach 42 Jahren verkaufen mußten.

Die Zahl der Konzessionen stieg bis 1893 rasch auf 280, von denen 127 auf Municipalitäten und 153 auf Privatgesellschaften entfallen. Derzeit im Bau begriffen sind noch 40 auf Municipalitäten und 55 auf Private entfallende Werke.

Hinderlich ist in England für die Entwicklung großer Werke, daß die Häuser meist klein sind und vereinzelt stehen; lebt doch der reiche Engländer den größten Teil des Jahres und fast immer im Winter auf dem Lande. Auf dem Kontinent, wo die Häuser in den Städten wegen der früheren Befestigungen dicht gedrängt liegen und mehrere Stockwerke haben, steht die Sache viel günstiger. Daher war man in England mehr auf Beleuchtung einzelner Häuser, Fabriken und auf Schiffsbeleuchtung angewiesen. Das Gleichstromdreileitersystem reichte in vielen Fällen nicht, es ließen sich durchschnittlich nur 17,000 Lampen à 50 Watt anschließen; daher konnte eine kräftigere Entwicklung erst eintreten, nachdem das Wechselstrom-Transformatorsystem sich genügend entwickelt hatte. In England hat denn auch das letztere System an Bedeutung fast das Gleichstromsystem erreicht; das Verhältnis der durch Gleichstrom und der durch Wechselstrom gespeisten Lampen ist 5:4, die Beleuchtungszeit ist meist kurz; Wirtschaften giebt es nicht oder nur wenige; Motoren sind auch durchschnittlich nicht angeschlossen; daher die große Gleichförmigkeit, das rasche Ansteigen der Stromkurve und die kurze Betriebszeit. Bei 18 Gleichstromwerken wurden für jede 100 Mk. Anlagekapital nur 22 $\frac{1}{2}$ Kilowattstunden im Jahre verkauft. Bei 10 Wechselstromwerken kommen auf 180 Mk. angelegtes Kapital 19 Kilowattstunden. Oder: die Kapitalanlage für jede jährliche verkaufte Kilowattstunde beträgt bei Gleichstromwerken 2,90 Mark und bei Wechselstromwerken 4,40 Mark. Der Wechselstrom wird eben in größeren Distrikten angewandt, wo die Häuser zerstreut liegen. Die durchschnittliche Brennzeit der von Zentralen gespeisten Lampen beträgt 480 im Jahre 1893.

In der Folge dürfen sich die Verhältnisse günstiger gestalten, wenn nur die neueren Werke in Betracht kommen, so daß bei Gleichstromwerken die Kapitalanlage für jede jährlich verkaufte Kilowattstunde im ersten Ausbau 2,50 und im vollen Ausbau 2 Mk., dagegen bei Wechselstromzentralen im ersten 3,50, im zweiten 2,50 Mk. betragen. Auch sind Preisermäßigungen für längere Brenndauer bei geringer Lampenzahl eingeführt worden; mehr oder minder komplizierte Einrichtungen machen es möglich die Ermäßigung je nach der Brennzeit festzuhalten.

Bei großen Gaswerken ist der Preis des Gases für gleiche Beleuchtungsstärken ungefähr $\frac{1}{2}$ von dem der Elektrizität; bei kleineren Gaswerken stellt sich der Preis fast dem bei Elektrizitätswerken gleich.

Es ist in England Gesetz, daß alle Elektrizitätsgesellschaften ihre Geschäftsergebnisse dem Handelsministerium mitteilen müssen. Die großen Werke thun dies auch, die kleineren unvollkommen, so daß man keine absolut vollständigen Zahlen angeben kann. Aus den Mitteilungen von 1893 hat sich Folgendes ergeben: Die zur Hausbeleuchtung gebräuchlichen Lampen geben 8 NK mit 32 Watt Stromverbrauch; es ist zur besseren Vergleichung alles hier auf 50 Watt Lampen umgerechnet. — Es waren im Betrieb 84 Werke mit 825,250 Lampen; auf London entfallen ungefähr die Hälfte und doch ist London erst zu $\frac{1}{10}$ elektrisch beleuchtet. Was das Erträgnis angeht, so soll hier zunächst erwähnt werden, daß meist nur 2 $\frac{1}{2}$ % für Amortisation gerechnet wird. Die städtischen Werke arbeiten billiger als die privaten, weil sie die Gehalte für Direktoren u. s. w. sparen. Mit Gleichstrom werden 413,210, mit Wechselstrom 45,400,000, in Wechselstrom 74,800,000; der Gewinn beträgt im höchsten Fall 3,08 % (bei Gleichstrom mehr als bei Wechselstrom, ungefähr 2 $\frac{1}{2}$ mal so viel). Das gesamte in elektrischen Werken angelegte Kapital beträgt somit rund 120 Millionen Mark.

Uebrigens wird der Strom ständig billiger; von 67 Pfg. pro Kilowattstunde ist man bis auf 50 Pfg. (im Durchschnitt) gekommen. Die Durchschnittseinnahme pro 50 Watt-Lampen ist jährlich 10—12 Mark.

Auf den Gebieten der Kraftübertragung, der Elektrochemie und der Elektrometallurgie, dem Betrieb von Werkzeugmaschinen, ja auch der elektrischen Bahnen ist England noch zurück. Der Mehrphasenstrom wird wenig angewandt. Der Akkumulatorenbetrieb in Trambahnen ist vielfach versucht worden, wegen den großen Kosten aber mit geringem Erfolg. Doch ist anzunehmen, daß die verschiedenartigen Anwendungen der Elektrizität, außer zur Beleuchtung, in der nächsten Zeit erhebliche Fortschritte machen wird.



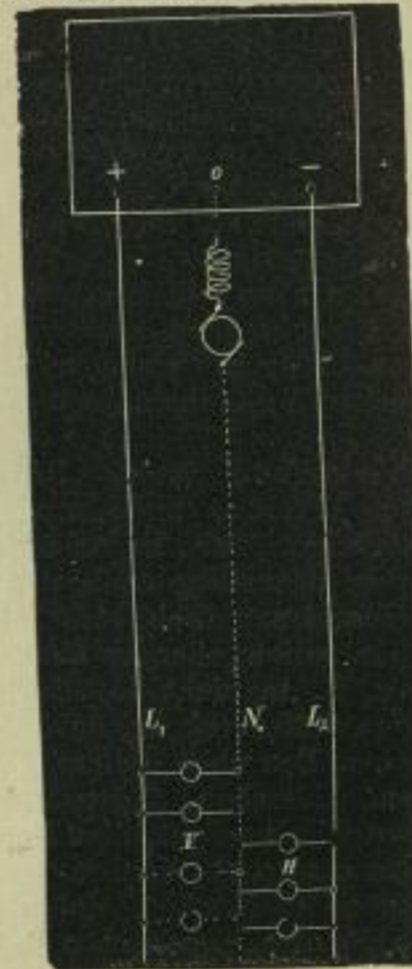
Ueber die Regulierung des neuen Gleichstromdreileitersystems bei ungleicher Belastung der beiden Zweige.

In Heft 15 der „El. Rundschau“ haben wir das Wesentliche über das „Gleichstromdreileitersystem auf Grund einer einzigen Dynamo“ gebracht. Aus dem auf der zweiten Jahresversammlung der deutschen Elektrotechniker von Herrn M. v. Dolivo-Dobrowolsky gehaltenen Vortrage über diesen Gegenstand fügen wir hier noch Folgendes hinzu, wobei wir vorweg bemerken, daß die zwischen zwei einander diametral gegenüberliegende Punkte der Ringwindungen geschaltete Spule den Namen „Spannungsteiler“ führt:

Der „Spannungsteiler“ teilt die Spannung einer Dynamo in 2 genau gleiche Teile nur dann, wenn die Unsymmetrie der Belastung nicht sehr groß im Verhältnis zur Dynamogröße ist, d. h. so lange der ungleiche Spannungsverlust in den beiden Ankerteilen noch nicht störend wirken kann. Angenommen, daß bei Vollbelastung der Maschine der Voltverlust im Anker etwa 4 % beträgt, so werden die Spannungen der beiden Netzhälften bei einer Unsymmetrie von 10 % des Maximums um 0,4 % gegen die mittlere Spannung abweichen müssen, wenn nicht durch den Widerstand des Spannungsteilers selbst noch etwa 0,5 % Fehler dazu kämen. Aus diesen Zahlen ersieht man übrigens, wie klein die auftretenden Spannungsunterschiede sind und wie genügend genau die Spannung halbiert wird.

Allerdings ist bei Dreileitersystemen auch der Spannungsverlust in der „Neutralen“ als solcher manchmal so groß, daß trotz genauer Spannungsteilung in der Station — die beiden Lampengruppen ungleich hell brennen können. Dem kann bei der Hopkinsonschen Anordnung zum Teil dadurch geholfen werden, daß die Spannungen beider Dynamos entsprechend ungleich gemacht werden. Bei der „Spannungsteiler“-Methode ist dies nicht direkt zu erreichen. Man kann sich aber, wenn nötig, eine Regulierung auf mehrere Weisen herstellen. Man legt z. B. in die Außenleiter ganz kleine Hauptstromregulierwiderstände, welche etwa bis zu 4—5 Volt absorbieren können.

Eine wesentlich bessere Methode besteht in der Einschaltung einer variablen E. M. K. in die „Neutrale.“ In Figur 1 ist dies so gedacht, daß eine kleine Dynamomaschine in diese Nulleitung geschaltet ist. Diese Dynamo kann entweder mittels eines kleinen



Elektromotors oder von einer auf der Hauptdynamo befestigten kleinen Riemenscheibe angetrieben werden. Diese „Nullmaschine“ beeinflusst gleichzeitig beide Netzhälften, und zwar in entgegengesetzter Richtung, um den Betrag ihrer Klemmenspannung. Dieselbe braucht daher nur für die Hälfte des zu korrigierenden Spannungsunterschiedes gebaut zu werden. Wenn ohne die Nullmaschine 10 Volt Fehler eintreten sollten, so genügt eine nur 5 Volt-Dynamo. Würden wir eine Spannungsungleichförmigkeit von 2 % gestatten, so genügt sogar eine 4 Volt-Maschine. Die Drähte derselben brauchen nur für die „neutrale“ Stromstärke, also meistens für ca. 10 % des Außenleiterstromes dimensioniert zu sein. Eine 100-pferdige Hauptdynamo braucht in diesem Falle eine „Nullmaschine“ von höchstens $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ PS.

Diese Nullmaschinen werden am zweckmäßigsten als Hauptstromdynamomaschinen ausgebildet, weil dann die Regulierung ihrer Spannung sowohl in Größe wie Richtung selbstthätig erfolgt. Die Fehler der Remanenz der Feldmagnete sind hierbei natürlich gänzlich unbedeutend, denn 10 % Fehler in der kleinen Zusatzspannung ändern die Hauptspannung kaum merklich.

Wengleich das beschriebene System mit oder ohne die automatisch wirkende Nullmaschine für große Zentralen wie für kleine Anlagen benutzt werden kann, so glaube ich, daß seine Bedeutung gerade für die letzteren am größten ist. Wie Eingangs erklärt, vertragen gerade die kleineren Anlagen die Komplikation vieler, bald in Serie bald parallel geschalteter Dynamos nicht, und