



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303971

x
1448

mittheilen

Stein

Die Hochspannungs-Ueberlandcentrale
Crottorf i. S.

Von

Dr. Richard Apt.

Sonderabdruck aus der
Elektrotechnischen Zeitschrift, Jahrgang 1901, Heft 48.

273

F. Nr. 24370



Helios
Elektricitäts-Aktiengesellschaft
Köln-Ehrenfeld.

76-17
27



III 33901

Akc. Nr. 2687/51

Die Hochspannungs-Ueberlandcentrale Crottorf i. S.

Von **Dr. Richard Apt**, Köln a. Rh.

Die in jüngster Zeit sich immer weiter ausdehnende Verwendung der Elektrizität für landwirtschaftliche Zwecke hat den beteiligten Kreisen der Industrie und Landwirtschaft bereits hinreichend Gelegenheit geboten, die grossen wirtschaftlichen und technischen Vortheile zu erkennen, welche die Nutzbarmachung elektrischer Antriebskräfte für die Landwirtschaft und die mit dieser eng zusammenhängenden industriellen Betriebe darstellt. Der Elektrotechnik eröffnet sich hier ein neues überaus lohnendes Absatzgebiet und ein weites und fruchtbares Feld für die Entfaltung ihrer Thätigkeit, zumal der Bedarf an städtischen Anlagen durch die in den letzten Jahren entstandene grosse Anzahl in absehbarer Zeit kaum mehr in dem Maasse zunehmen wird, um mit der Entwicklung der elektrotechnischen Industrie Schritt zu halten; andererseits bietet für die Landwirtschaft die weitgehendste Einführung des elektrischen Betriebes bei rationeller Anlage eine erhebliche Verbilligung der Produktionsmittel und bildet somit ein wichtiges Hilfsmittel in dem schwierigen Kampfe derselben zur Behebung ihrer materiellen Nothlage.

So lange indessen jedes Gut eine getrennte Kraftstation zu errichten genöthigt ist, stellt sich der Betrieb einerseits im Allgemeinen zu theuer, andererseits bleibt gerade für den kleinen Besitzer, für dessen Bedürfnisse eine besondere Kraftcentrale ein zu hohes Anlagekapital erfordern würde, die Einführung des elektrischen Betriebes ein unerreichbares Ideal. Die weitgehende Theilbarkeit der Elektrizität und der hohe

Wirkungsgrad, mit dem auch kleine Motoren arbeiten, weisen jedoch darauf hin, dass auch für geringen Kraftbedarf der Elektromotor eine vortheilhafte Antriebsmaschine darstellt. So hat man sich bereits mehrfach dazu entschlossen, grössere Centralanlagen zu bauen, die durch die Art ihrer Anlage und den Ort ihrer Einrichtung vorwiegend dazu bestimmt sein sollen, landwirtschaftlichen Zwecken zu dienen und ein ausgedehnteres Konsumgebiet mit Licht und Kraft zu versorgen. Für die Wahl des Ortes können verschiedene Gesichtspunkte maassgebend sein. Einerseits wird man denselben aussuchen mit Rücksicht auf eine etwa bereits vorhandene Kraftquelle, sei es eine Wasserkraft, sei es eine grössere stationäre Dampfmaschinenanlage, andererseits soll die Centrale möglichst im Schwerpunkt des Konsums für das zu versorgende Gebiet liegen. Auch wird für die Auswahl des Platzes die Nähe von Kohlenbergwerken oft von Bedeutung sein.

Erwägungen solcher Art haben die Helios Elektrizitäts-A.-G. in Köln-Ehrenfeld dazu geführt, in Crottorf, Prov. Sachsen, eine Ueberlandcentrale für vorwiegend landwirtschaftliche Bedürfnisse zu errichten. Crottorf, an der Bahnstrecke Magdeburg-Halberstadt gelegen, bildet etwa den Mittelpunkt des Kreises Oschersleben. Weite Ackerflächen mit fruchtbarem Saatboden, Rübenanpflanzungen und Zuckerfabriken verleihen der Gegend ein charakteristisches Gepräge. Zahlreiche kleine Ortschaften sind über den Kreis zerstreut, in dem sich ausserdem eine Enklave des Herzogthums Anhalt

befindet. Der Uebersichtsplan (Fig. 1), auf dem die stark ausgezogenen Linien die Leitungsstrecken, die beigetzten Zahlen die Leitungslängen bedeuten, giebt ein Bild von den örtlichen Verhältnissen. Der

sehen Centrale ausgebaut worden ist. Die Grösse der im Maximum zur Verfügung stehenden Leistung beträgt etwa 500 PS. Da die Versorgung der zahlreichen anzuschliessenden Ortschaften mit Strom für



Fig. 1.

Kreis wird von der Bode mit ziemlich starkem Gefälle durchflossen, und die Ausnutzung der hier verfügbaren Wasserkraft war es vor Allem, die den Anstoss zur Errichtung des Werkes gab. Bei Crottorf macht die Bode einen grösseren Bogen, der durch einen Kanal abgeschnitten ist. An diesem lag vormed eine Mühle, während er jetzt für die Zwecke der elektrischen

Licht und Kraft eine Arbeitsquelle von weit höherer Leistung verlangt, so konnte von vornherein die Wasserkraft nur als unterstützende Triebkraft angesehen werden, zumal bei niedrigem Wasserstand mit einer wesentlichen Verminderung derselben zu rechnen war. Die Nähe reichlicher Braunkohlenbergwerke sichert jedoch auch weiterhin eine billige Herstellung der Elektrizität.

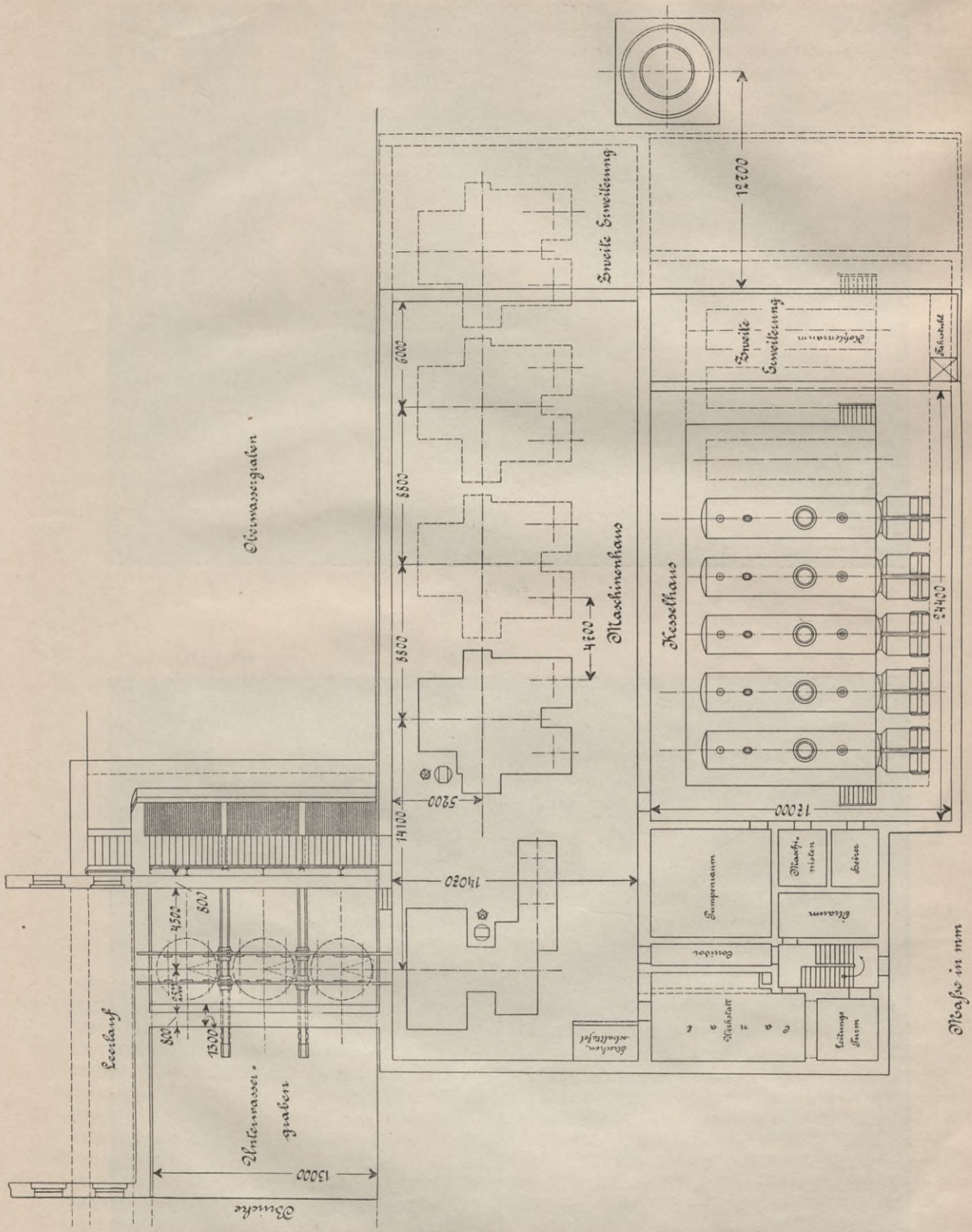


Fig. 2.

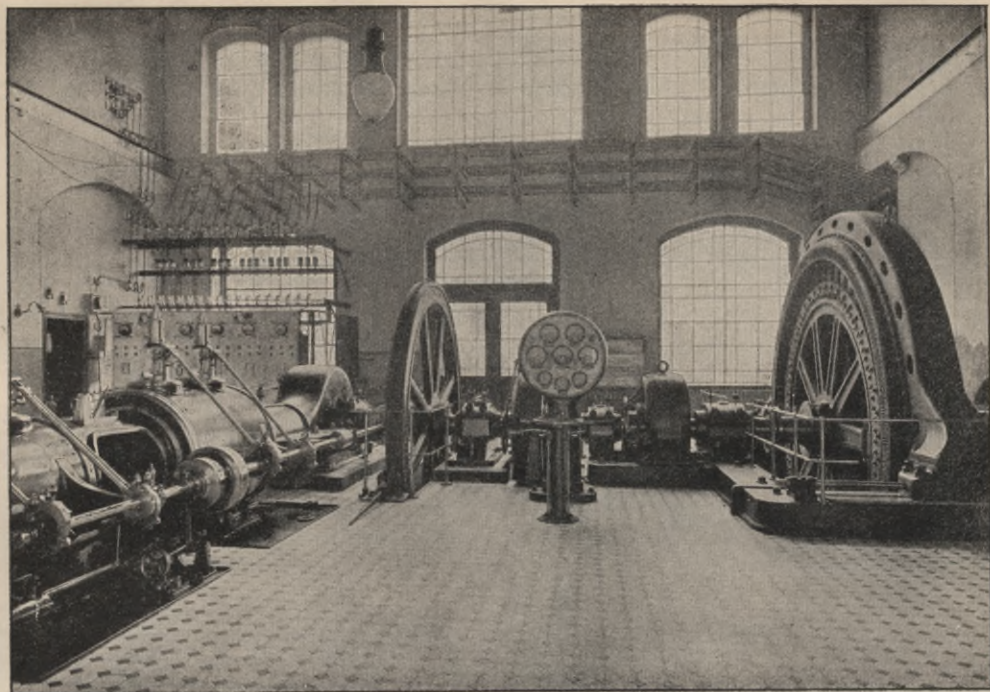


Fig. 3.

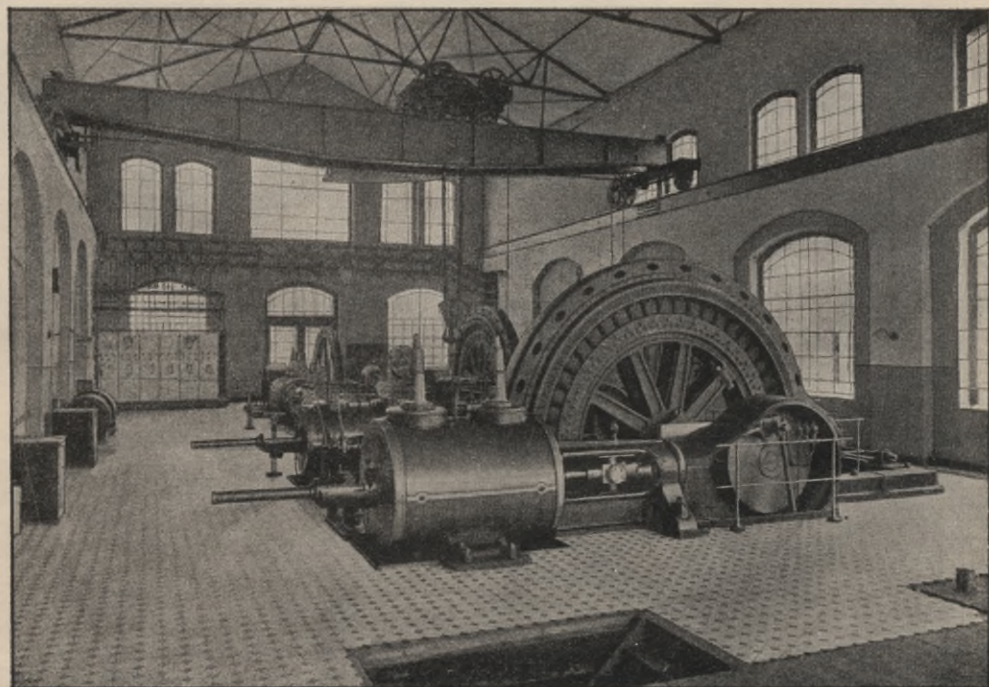


Fig. 4.

Etwa 100 m von der Centrale entfernt beim Beginn der oben erwähnten Krümmung des Flusslaufes durchzieht ein Wehr die Bode, oberhalb dessen unmittelbar der Obergraben abzweigt. Der Obergraben hat bei einer Länge von 350 m ein nutzbares Gefälle von 2,70 m und befördert eine mittlere Wassermenge von 12 cbm pro Sekunde. Vor dem Eintritt in das Turbinenhaus ist ein

einer Wassermenge von 6450 Litern pro Sekunde und 54 U. p. M. 185 PS. Die Turbinen arbeiten mittels Zahnradübersetzung auf eine gemeinsame Welle, die mit einem der Drehstromgeneratoren direkt gekuppelt ist. Die Zodelturbine ist eine aussen beaufschlagte Radialturbine, bei welcher das Wasser in das Leitrad in radialer Richtung eintritt und aus dem Laufrade in axialer

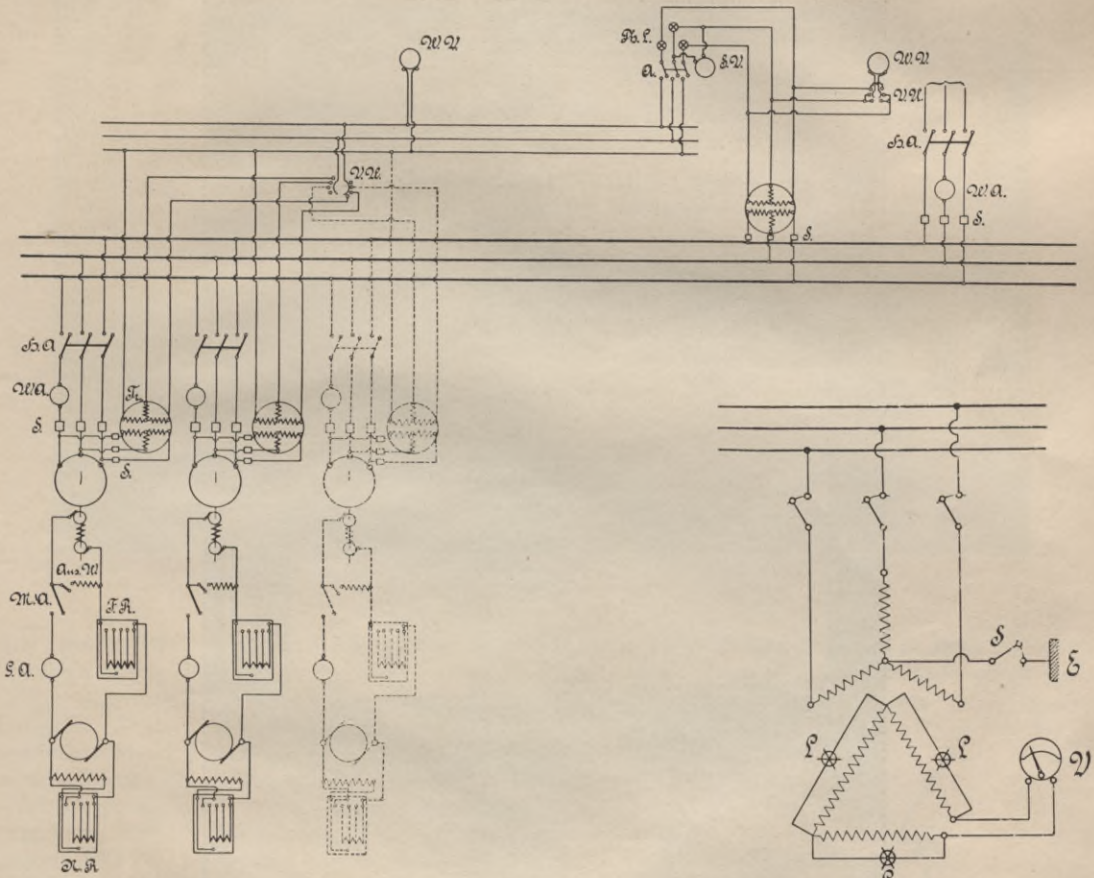


Fig. 5.

Fig. 7.

Rechen angebracht, um Schmutz, Schlamm und Eis von den Turbinen abzuhalten. Die Disposition der Turbinen in dem Maschinenhaus ist aus dem Grundplan Fig. 2 ersichtlich. Der Untergraben, der das Wasser wieder zur Bode zurückleitet, hat eine Länge von 750 m.

Zur Umsetzung der Wasserkraft in mechanische Energie sind 3 Patent-Zodel-Turbinen der Firma Brigleb, Hansen & Co. in Gotha aufgestellt. Jede derselben liefert bei einem wirksamen Gefälle von 2700 mm,

Richtung austritt. Sie besitzt eine einfache Regulierung nach D. R.-P. 91931, welche gestattet, die Turbinen sehr schnell und unter Zurücklegung eines sehr kleinen Weges des Regulirorgans und daher auch mit geringer Kraftaufwendung ganz zu öffnen oder zu schliessen. Die Regulierung der Leiträder wird durch einen automatischen Schieberegulator mit hydraulischem Antrieb bewirkt. Um bei grösseren Belastungsschwankungen eine konstante Umlaufzahl zu erhalten und bei plötzlich

nothwendig werdendem Abschalten der Maschinen ein Durchgehen der Turbinen zu verhindern, ist ein automatischer Bremsregulator System Schrieder an dem freien Ende der Turbinenwelle angeordnet. Der Bremsregulator hat eine Bremsleistung von 125 PS und gestattet bei Belastungsschwankungen bis zu dieser Höhe Geschwindigkeits-

Bremswirkung beginnt, sodass man ihn hinter der Dampfmaschine reguliren lassen kann. Ausserdem ist ein elektrisches Läutewerk vorgesehen, welches am Standorte des Maschinenwärters ertönt, sobald die Bremsleistung des Regulators eine gewisse Grenze überschreitet. Die Regulirungen aller drei Turbinen sind durch eine Längs-

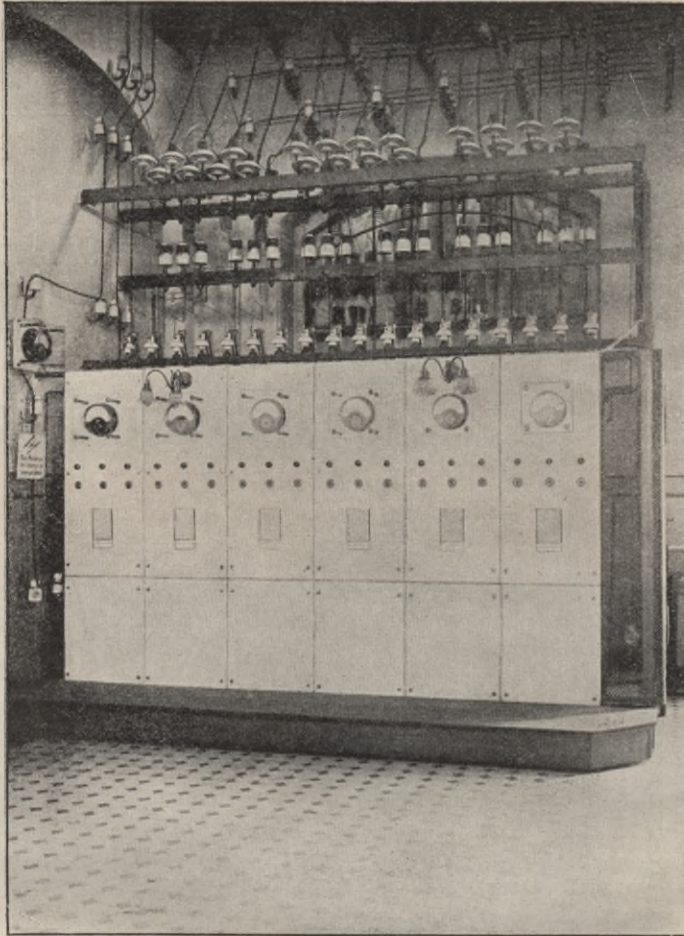


Fig. 6.

änderungen von höchstens 3% über die normale Umlaufzahl. Da zur Unterstützung der Turbinen für den Antrieb der einen Drehstromdynamo bei niedrigem Wasserstande eine Dampfmaschine vorgesehen ist, sodass unter Umständen beide Antriebsmaschinen in direkter Kuppelung den Drehstromgenerator treiben, so musste der Regulator auch eine Vorrichtung erhalten zur Veränderung der Tourenzahl, bei der seine

welle verbunden, sodass die Schieber der drei Turbinen stets gleichzeitig durch den oben erwähnten automatischen Regulator mit hydraulischem Antrieb bedient werden. Es ist ausserdem auch möglich, die Bedienung von Hand vorzunehmen. Um ein rasches Stillhalten der Turbinen nach Abstellung der Turbinenschützen zu erreichen, kann mittels eines an dem Bremsregulator angebrachten Handrades das Ventil des-

selben verengt werden, sodass eine kräftige Bremsung eintritt und die Turbinen in kurzer Zeit stehen.

Wie bereits erwähnt, ist zum Antrieb

geben, ein Beweis für die ungemein sicher und exakt wirkende Turbinenregulirung.

Zur Erzeugung des Dampfes dienen 5 Cornwalkessel der Firma H. Paueksch



Fig. 8.

der einen Drehstromdynamo ausser der Turbine noch eine Dampfmaschine vorgesehen, während die zweite Drehstromdynamo lediglich durch eine Dampfmaschine angetrieben wird. Zu Zeiten geringer Belastung und bei normalem Wasserstande reicht die Turbinenanlage, die eine mittlere Leistung von etwa 350 PS hat, während sie maximal gegen 500 PS abgeben kann, völlig aus; bei niedrigem Wasserstande wird die Dampfmaschine, die übrigens bei etwa nothwendig werdendem Stillsetzen der Turbinen den Antrieb des Drehstromgenerators allein zu übernehmen hat, gleichfalls mit dem Generator gekuppelt. Die Verbindung zwischen Dampfmaschine und Dynamo wird mittels einer ausrückbaren Reibungskuppelung von G. Polysius in Dessau hergestellt. Dieser kombinierte Betrieb hat sich bisher ausserordentlich gut bewährt, insbesondere haben sich auch beim Parallelschalten des einen durch Turbine und Dampfmaschine gemeinsam und des anderen von einer Dampfmaschine allein angetriebenen Generators nicht die geringsten Schwierigkeiten er-

von 10,14 m Länge und 2,2 m Durchmesser bei 9 Atm. Dampfspannung und einer Gesamttheizfläche von je 90 qm.

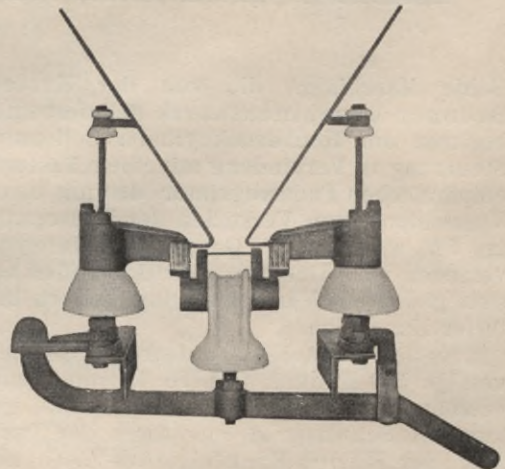


Fig. 9.

Zum Antrieb der mit den Turbinen gekuppelten Maschine dient eine horizontal angeordnete Compound-Dampfmaschine von

250 PS mit hinter einander liegenden Cylindern, Ventilsteuerung und Einspritzkondensation. Eine zweite Maschine von 500 PS ist mit der zweiten Drehstromdynamo direkt gekuppelt. Bei dieser Maschine dient der rotirende Theil des Generators als Schwungrad, während die kleinere Maschine mit einem besonderen Schwungrad von 3500 mm Durchmesser versehen ist, was einem Ungleichförmigkeitsgrade von 1 : 150 entspricht.

trägt bei $\cos \varphi = 0,7$ 14 KW. Die Maschinen erzeugen direkt die zur Fernleitung verwendete Spannung von 7000 V, die Stromstärke pro Phase beträgt 40 A. Das erste Maschinenaggregat, bei dem der Antrieb durch Turbinen und Dampfmaschine geschieht, ist in Fig. 3 dargestellt. Der Turbinenraum befindet sich rechts von dem Generator und ist auf der Abbildung nicht sichtbar. Die Gesamtanlage und Gruppi-

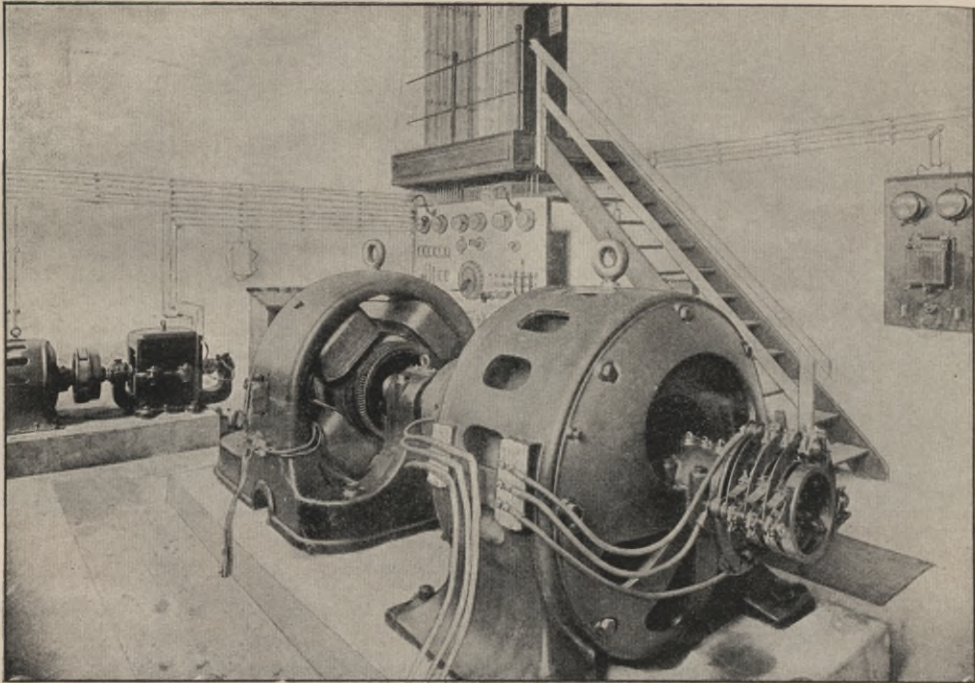


Fig. 10.

Beide Maschinen, die von der Ersten Brüner Maschinenfabrik geliefert sind, besitzen am Hochdruckcylinder Collmann-Steuerung in Verbindung mit einem äusserst empfindlichen Federregulator, der mit einer Vorrichtung zum Verstellen der Tourenzahl um 5 % während des Ganges der Maschine versehen ist. Der Niederdruckcylinder besitzt gleichfalls Ventilsteuerung, jedoch mit freier Expansion.

Es sind zunächst 2 Drehstrommaschinen von je 500 Kilovolt-Ampere Leistung aufgestellt. Die Maschinen sind direkt gekuppelte Schwungradgeneratoren der Type DW der Helios Elektrizitäts-A.-G. mit einer Tourenzahl von 125 U. p. M. Die auf der gleichen Welle sitzenden Erregermaschinen sind Gleichstromdynamos Type MPD. Die maximale Erregerleistung be-

trägt bei $\cos \varphi = 0,7$ 14 KW. Die Maschinen erzeugen direkt die zur Fernleitung verwendete Spannung von 7000 V, die Stromstärke pro Phase beträgt 40 A. Das erste Maschinenaggregat, bei dem der Antrieb durch Turbinen und Dampfmaschine geschieht, ist in Fig. 3 dargestellt. Der Turbinenraum befindet sich rechts von dem Generator und ist auf der Abbildung nicht sichtbar. Die Gesamtanlage und Gruppi-

Das Centralengebäude ist so bemessen, dass für die voraussichtliche Erweiterung der Anlage noch zwei weitere gleich grosse Maschinen aufgestellt werden können.

Es lag nun die Aufgabe vor, den hochgespannten Drehstrom über ein Gebiet von 30 km Durchmesser, in dessen Mitte die Centrale liegt, zu vertheilen und zunächst in 27 Ortschaften zu leiten, in denen sämtlich gleichzeitig Licht- und Kraftabgabe stattfindet resp. in grossem Umfange zu erwarten ist. Es ergab sich somit als rationelle Lösung die Einrichtung von Transformator-Unterstationen bekannter Ausführung in jeder der zu versorgenden Ortschaften derart, dass für Licht und Kraft

ein gemeinsamer Transformator zur Aufstellung kam.

Nur in denjenigen grösseren Ortschaften, in denen neben erheblichem Lichtkonsum auch eine starke, sowie schnell und unregelmässig schwankende Stromentnahme für Kraftzwecke durch Einführung des elektrischen Dreschens und ähnlicher Betriebe mit

Tage wird die Batterie geladen und versorgt gleichzeitig die wenigen brennenden Lampen mit Strom, abends arbeiten Batterie und Motorgenerator parallel auf das ganze Beleuchtungsnetz. Diese völlige Trennung des Kraft- und Lichtnetzes trägt ausserdem wesentlich dazu bei, ein sehr ruhiges Brennen der Lampen zu gewährleisten und Rück-

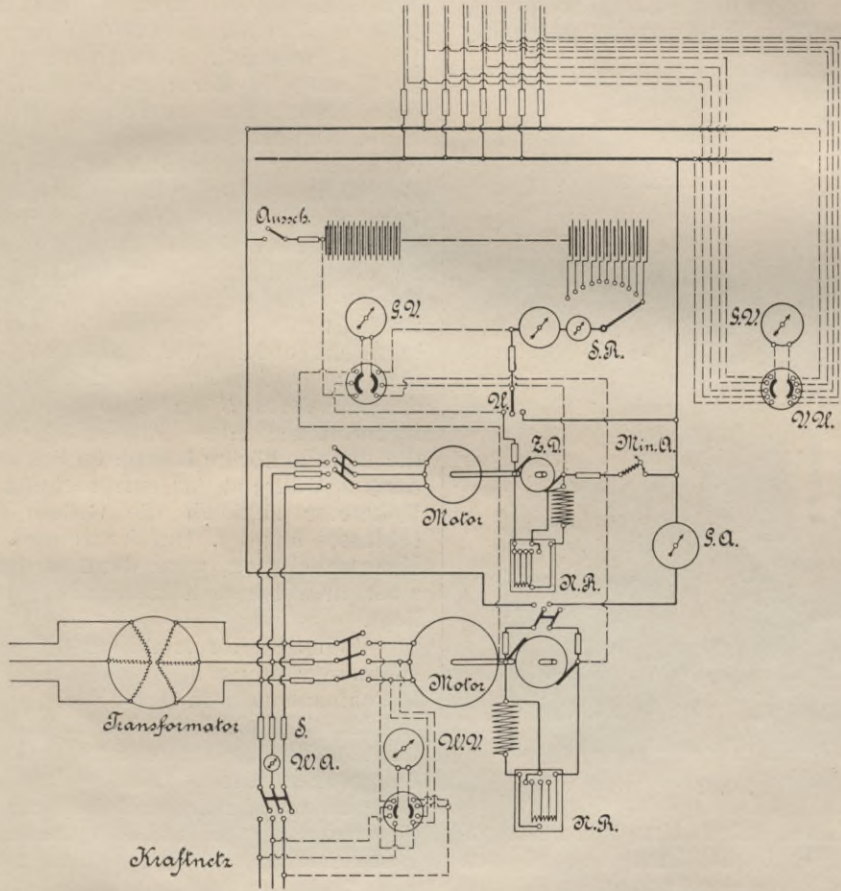


Fig. 11.

sehr veränderlichem Kraftbedarf zu erwarten war, erschien es rathsam, den Licht- und Kraftstrom getrennten Vertheilungnetzen zu entnehmen. Um nun auch am Tage die Generatoren in der Centrale nach Möglichkeit auszunutzen und um gleichzeitig mit kleineren Typen auszukomen, als dem maximalen Bedarf entsprochen hätte, entschied man sich dafür, in den Unterstationen der grösseren Ortschaften Sammlerbatterien aufzustellen, deren Ladung durch Motorgeneratoren bewirkt wird. Es wird also in diesen Ortschaften mit Gleichstrom beleuchtet. Am

wirkungen von dem Kraftnetze auf die Lampen völlig unmöglich zu machen.

Von den Drehstromgeneratoren in der Centrale geht der Strom über die Hauptmaschinenschalter an die Hauptvertheilungsschalttafel. Als Maschinenschalter dienen im Keller aufgestellte selbstthätige Helios-Luftdruckausschalter (vergl. „ETZ“ 1900, Heft 47). Die Bedienung der Schalter und die Regulirung der Maschinen erfolgt mittels Handrad und Gestänge von der Maschinenhalle aus, während die Schalter und Widerstände selbst im Keller aufgestellt sind.

Das Steuerrad und vor ihm die bekannte Apparatsäule des Helios, welche sowohl die Hauptmessinstrumente und Phasenlampen für die elektrische, als auch die Instrumente für die Dampfmaschine trägt, ist in Fig. 3 zu sehen. Diese Anordnung ist äusserst kompensiös, sie erleichtert die Bedienung und trägt wesentlich zur Vereinfachung des Schaltbrettes bei. Von den Hauptschaltern gehen, entsprechend dem Schaltungsschema Fig. 5, die Leitungen an die Sammelschienen, auf die beide Maschinen parallel geschaltet

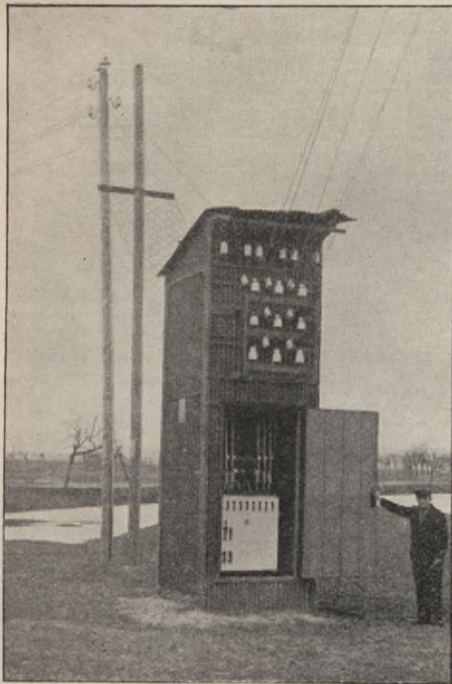


Fig. 12.

werden können. Die Hauptverteilungsschalttafel (Fig. 6) ist entsprechend den bisher ausgeführten von Crottorf radial ausgehenden 6 Leitungsdrähten (s. Fig. 1) in 6 Abschnitte getheilt. Jeder Theil enthält ein die Belastung anzeigendes, in eine Phase eingeschaltetes Amperemeter, drei in einer Reihe liegende Druckknöpfe zur Bethätigung der hinter der Schalttafel liegenden Ausschalter und darunter einen Plan des an die betreffende Gruppe angeschlossenen Gebietes. Die zur Zeit vorhandenen 6 Konsumgebiete sind gekennzeichnet durch die Endpunkte der sich durch dieselben erstreckenden Leitungen. Es sind dies Wehrstedt, Dingelstedt, Hadmersleben, Otleben, Hordorf, Gröningen. Die Ausschalterstellung des Schalthebels wird angezeigt durch

das Zurückgehen der unterhalb jedes Druckknopfes befindlichen Platte. Auf dem obersten, das Schaltbrett krönenden Eisenrahmen sitzen die Hörnerblitzableiter. Zum Fernhalten der Blitzentladungen sind in den zu den Maschinen führenden Leitungen Induktionsspulen eingeschaltet. Für die Isolationsmessung ist ein besonderes kleines Schaltbrett vorgesehen. Die zur Anwendung gelangte Schaltung zeigt Fig. 7. Die Hochspannungsleitungen führen zu einem kleinen Drehstromtransformator, dessen Phasen primär in Sternschaltung verkettet sind, während der neutrale Punkt mittels eines Umschalters an Erde gelegt werden kann. Die sekundären Spulen sind in Dreieckschaltung verbunden, wobei der eine Eckpunkt des Dreiecks aufgeschnitten ist. Parallel zu jeder Phase liegt eine Lampe, während ein Voltmeter zwischen die beiden zu dem Oeffnungspunkt des Dreiecks führenden Phasen geschaltet ist. Gewöhnlich ist der neutrale Punkt der primären Wicklung ungeerdet. Will man eine Isolationsmessung ausführen, so wird derselbe mittels des Schalters *S* an Erde gelegt. Ist an irgend einer Phase Erdschluss, so brennt die dazu gehörige Lampe im Sekundärkreis dunkel, während das entsprechend geaichte Voltmeter zugleich die Grösse des Erdschlusses anzeigt. Durch Strommessung am Hauptschaltbrett wird dann weiter festgestellt, in welchem Konsumgebiet der Fehler liegt.

Vom Schaltbrett führen 6 mal 3 Hochspannungsleitungen durch die Wand des Maschinenhauses in das Freie.

Im Allgemeinen sind Holzmaste zur Leitungsführung verwendet, bei Eisenbahnübergängen eiserne Maste. Innerhalb der Ortschaften sitzen die Isolatoren in einem eisernen Rahmen, und die Leitungen sind kastenförmig auf drei Seiten von einem Schutznetz umgeben. Die Leitungsführung innerhalb einer Ortschaft zeigt Fig. 8. Zum Abtrennen einzelner Leitungsstellen sind Streckenschalter eingeschaltet, die ebenfalls an den Masten auf eisernen Rahmen montirt sind (vgl. Fig. 13). Als solche haben sich die ausschaltbaren Hochspannungssicherungen der Helios Elektrizitäts-A.-G. vorzüglich bewährt. Dieselben dienen gleichzeitig als Schalter und als Sicherung. Für den letzteren Zweck besonders ermöglichen sie ein völlig gefahrloses Einsetzen neuer Sicherungstreifen, ohne dass die ganze Leitung spannungslos gemacht zu werden braucht. Fig. 9 zeigt eine derartige Hörnersicherung in geschlossenem Zustande.

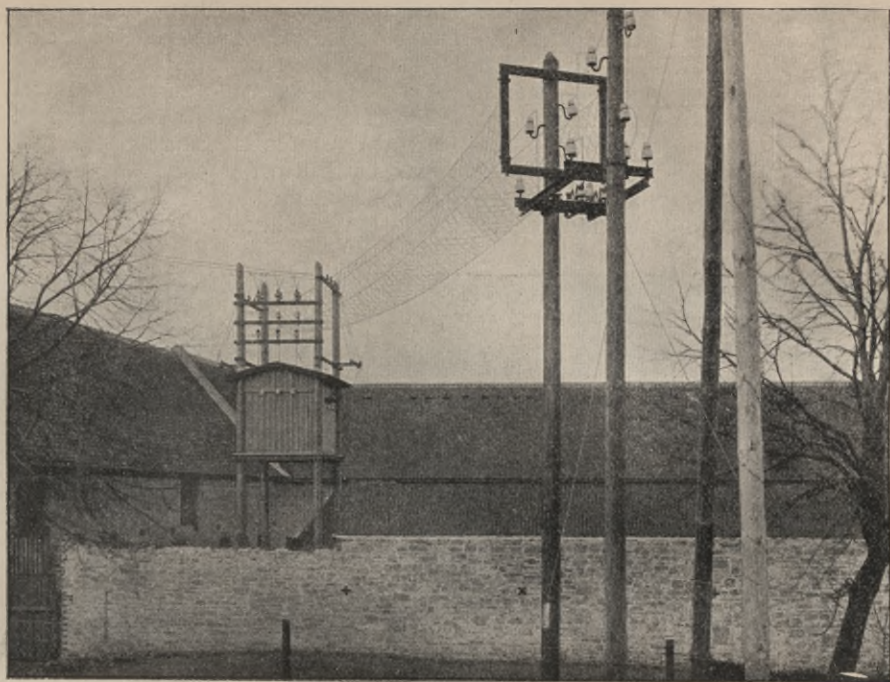


Fig. 13.



Fig. 14.

Als Blitzschutz ist auf je 1 km Leitung ein Hörnerblitzableiter aufgesetzt. Innerhalb der Ortschaften sind die Primär- und Sekundärleitungen an denselben Gestängen geführt, letztere unterhalb des an jedem fünften Maste geerdeten Schutznetzes.

Die Fig. 10 zeigt das Innere der Unterstation Grönigen, die mit Drehstrom-Gleichstrom-Umformern und Sammlerbatterie ausgerüstet ist. Das Schaltungsschema dieser

hat man auch, um jeden Grunderwerb zu vermeiden, die Transformatorenhäuschen auf Maste hoch gesetzt, wie dies die Fig. 13 erkennen lässt.

Die Versuche und Bemühungen, der Elektrizität in die Landwirtschaft in weitestem Umfange Eingang zu verschaffen, sind in Crottorf zunächst auf das elektrische Dreschen gerichtet. Fig. 14 zeigt eine Dreschvorrichtung. Der Motor befindet sich,

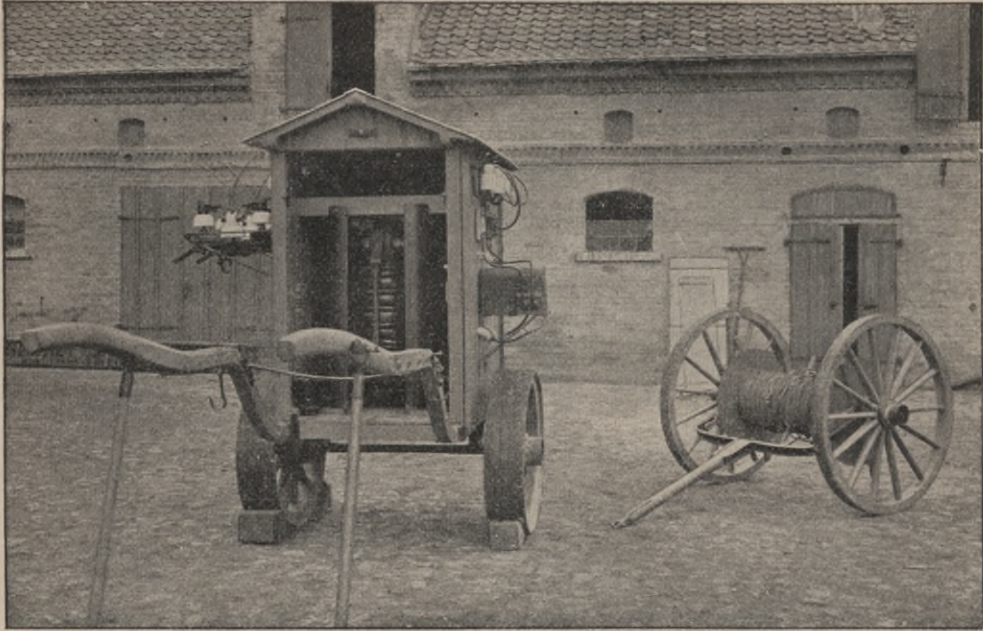


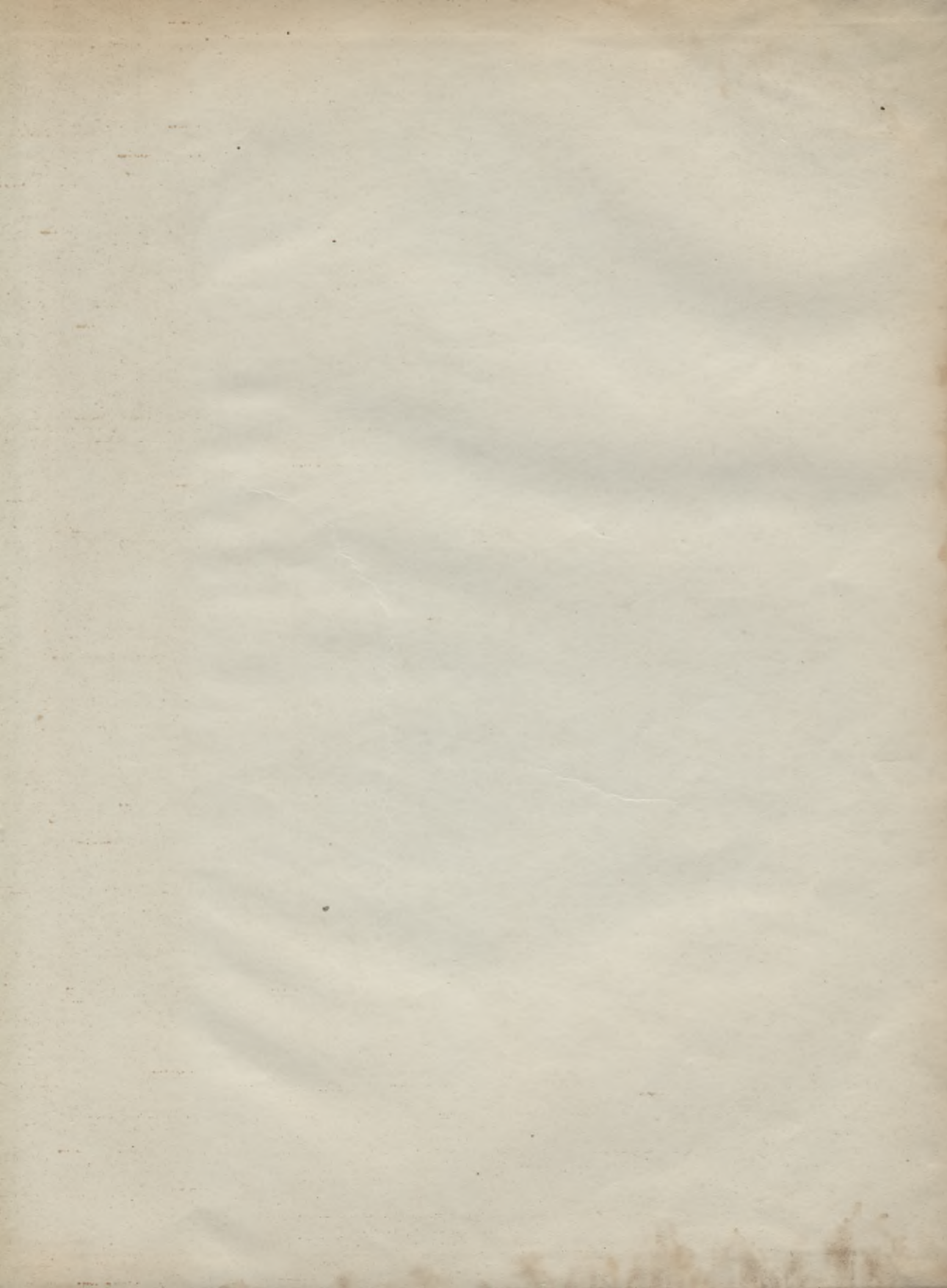
Fig. 15.

typischen Unterstation ist in Fig. 11 angegeben. Die Motoren der Umformergruppe sind asynchrone Drehstrommotoren der Type DM mit Schleifringanker. Als Generatoren dienen Gleichstrommaschinen der Type MPD. Für die Ladung der Sammlerbatterien ist eine Zusatzgruppe vorgesehen, die auf der Fig. 10 links im Hintergrunde sichtbar ist. Der Betrieb geht in der Weise vor sich, dass am Tage die Batterie die Beleuchtung übernimmt, während Abends die Umformergruppe läuft und dann gleichzeitig die Akkumulatoren auflädt.

Die kleineren, aus einem einzigen Drehstromtransformator bestehenden Unterstationen sind in Wellblechhäuschen untergebracht. Fig. 12 zeigt die Unterstation Hordorf. Bei noch kleineren Einzelanschlüssen

wie für landwirtschaftliche Zwecke üblich, auf einem Wagen, um ihn an jede anzu-treibende Maschine bequem heranbringen zu können. Damit auf freiem Felde der Strom auch direkt von der Hochspannung abgenommen werden kann, ist ein fahrbarer Transformator vorgesehen (Fig. 15), der mittels eines Hochspannungskabels mit der Leitung durch passend angebrachte Anschlusskästen verbunden werden kann.

Es ist zu hoffen, dass die ausgedehnten landwirtschaftlichen Betriebe des Kreises, in dem die Centrale Crottorf liegt, in umfassender Weise von der ihnen gebotenen Möglichkeit Gebrauch machen, durch Benutzung der elektrischen Kraft die Ausbeute und die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen zu erhöhen.



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33901

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303971