Nachrichten
der
Siemens-Schuckertwerke
G.m.b.H.
und der
Siemens & Halske
Aktiengesellschaft
1912

Nachrichten

der

Siemens-Schuckertwerke G.m.b.H.

und der

Siemens & Halske A.-G.

1912

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
w Gliwicach

137922

D 139/13

Inhaltsverzeichnis

Teil I

Nachrichten der Siemens-Schuckertwerke

Elektrische Maschinen Seite

Drehstrommaschinen Modell F 2
Pirani-Aggregate für Pufferbatterien 6
Einanker-Umformer 10
Kaskaden-Umformer 14
Drehstrommotoren Modell R 18
Drehstrommotoren mit angebauter Anlaßwalze 20
Große Drehstrommotoren 22
Kleinmotoren für Einphasenstrom 26
Einphasenstrom-Repulsionsmotoren 30

Elektrische Apparate

Anlasser für angestrengtere Betriebe 34
Selbstanlasser für Gleichstrom- und Drehstrommotoren 37
Überspannungsschutz für Anlagen bis 20000 Volt 41

Bogenlampen und Zubehör

Bogenlampen für indirekte Beleuchtung 45
Totalreflektor System Hrabowski 53
Bogenlampen-Aufzugsvorrichtungen für Maste 57
Die elektrische Straßenbeleuchtung der Stadt Hamburg 61

Installationsmaterial

Rohrdrähte mit Nulleitermantel 65
Stahlrohre System Peschel 69
Zur Frage des blank verlegten Nulleiters 72
Diazed-Sicherungen 76
Zetaschalter und -Steckdosen 80

Kabel

Eine Kabelverlegung durch die Trave bei Lübeck 84

Elektrizität in der Landwirtschaft

Motortragen und Motorschleifen 89
Transformatorwagen 93
Elektrisches Dreschen 101

Elektrizität in der Landwirtschaft Seite

Der Elektropflug nach dem Einmaschinensystem 105
Der Elektropflug nach dem Zweimaschinensystem 113
Allgemeine Zusammenstellung der ungefähren Anschaffungskosten elektrischer Anlagen und deren Energiebedarf 117

Elektrische Einrichtung von Hebezeugen und Transportvorrichtungen

Drehstrom-Kranmotoren Modell DH 121
Neue Kransteuerungen 125

Elektrizität im Bergbau

Apparate für Grubenräume 129

Elektrizität in Buchdruckereien

Elektrische Anlagen in Buchdruckereien 133

Elektrizität im Theater

Bühnenregler 139
Bühnenscheinwerfer 143
Bühnensteckvorrichtungen System Eberl 147

Elektrische Bahnen 150

Teil II

Nachrichten der Siemens & Halske A.-G.

Meßapparate

Neue Präzisionsmeßgeräte für Messungen in Hochspannungsstromkreisen 172
Neue Anordnung zur Messung der Eisenverluste und der Permeabilität von Blechen nach den Verbandsnormalien 178

Telephonie

Automatische Telephonzentralen in Groß-München 182
Die halbautomatische Fernsprechzentrale in Amsterdam 186
Automatische Telephonzentralen für Privatbetrieb 192

Elektrische Uhren, Feuermelder, Signalanlagen

Schwachstromzentralen 198

Elektrochemie

Die elektrochemische Gewinnung von Chlor und Ätznatron oder Ätzkalk 206

TEIL I

Nachrichten

der

Siemens-Schuckertwerke

Drehstrommaschinen

Modell F

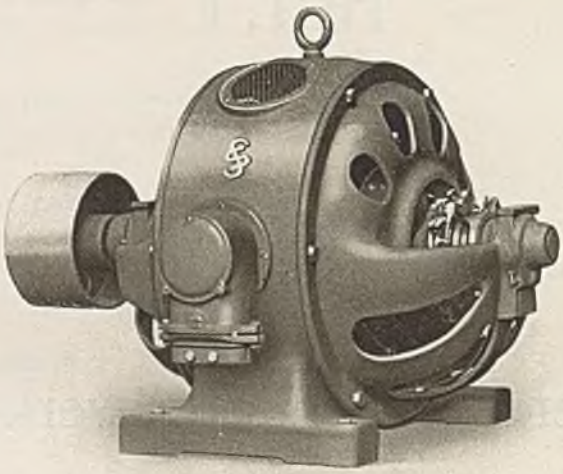


Fig. 1.
Drehstrommaschine Modell F
mit eingebautem Erreger.

Die Drehstrommaschinen Modell F, wie sie von den Siemens-Schuckertwerken gebaut werden, stellen eine unter Berücksichtigung moderner Gesichtspunkte einheitlich durchgebildete Type elektrischer Maschinen dar. Sie werden sämtlich mit Lagerschilden gebaut, und zwar entweder mit eingebautem Erreger (Fig. 1 und 2) oder ohne eigene Erregermaschine (Fig. 3). Die Maschinen können als Generatoren oder als Synchronmotoren verwendet werden.

Das kräftige, in gefälliger Form ausgeführte Gehäuse trägt den aktiven Eisenkörper des Stators, der aus Blechen zusammengesetzt ist und durch Bolzen zusammengehalten wird. Das Gehäuse ist an der Mantelfläche mit runden, durch gelochtes Blech abgedeckten Öffnungen versehen, durch welche die an den Stirnseiten eingesaugte Kühlluft entweicht. Bei größerer

Länge der Maschine wird der aktive Eisenkörper des Stators mit Ventilationsschlitzen versehen.

Die Statorwickelung liegt in offenen Nuten, in denen sie durch Holzkeile befestigt ist. Sie ist als Schablonenwicklung ausgeführt, um die Spulen gut isolieren und nötigenfalls bequem auswechseln zu können. Eine Berührung oder Verletzung der Spulenköpfe an den Stirnseiten wird durch die Lagerschilde verhindert. Die Enden der Wicklung sind zu Klemmen geführt, die durch eine gußeiserne Kappe geschützt werden.

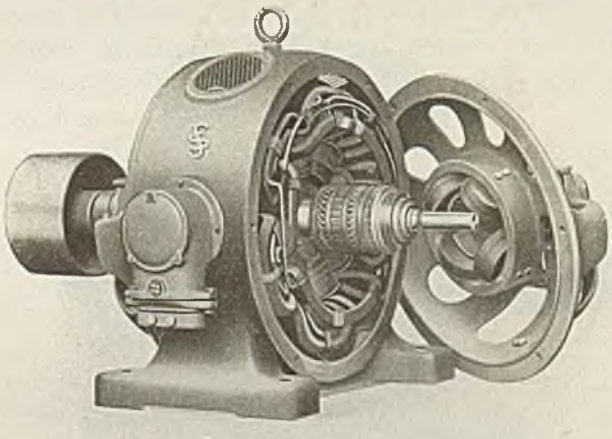


Fig. 2.
Drehstrommaschine Modell F mit eingebautem Erreger, nach Abnahme des Lagerschildes.

Joch und Pole des umlaufenden Teiles sind ebenfalls aus Blechen zusammengesetzt. Das Joch wird durch Nut und Feder auf der Welle befestigt. Die Pole besitzen rechteckigen Querschnitt und werden mit Hilfe schwalbenschwanzförmiger Ansätze am Joch befestigt.

Die Magnetwicklung besteht aus doppelt besponnenem Kupferdraht. Sie wird bei den Maschinen ohne Erreger je nach der Leistung für 65 und 115 Volt ausgeführt. Bei Maschinen mit eingebautem Erreger wird die Spannung für die Magnetwicklung mit Rücksicht auf möglichst günstige Ausnutzung des Wicklungsraumes im allgemeinen geringer gewählt.

Die Schleifringe und gegebenenfalls die Erregermaschine werden von den Lagerschilden umschlossen, wodurch sich ein gedrungener Bau und

geringer Raumbedarf der Maschine ergibt und stromführende Teile gegen Berührung geschützt werden. Die Lagerschilde sind so ausgebildet, daß der Kommutator der Erregermaschine und die Schleifringe für die Bedienung leicht zugänglich sind.

Die Schleifringe bestehen aus Bronze und der Erregerstrom wird ihnen durch Bronzekohlen zugeführt, die eine gute Leitfähigkeit besitzen, und bei deren Verwendung sich die Schleifringe sehr wenig abnutzen.

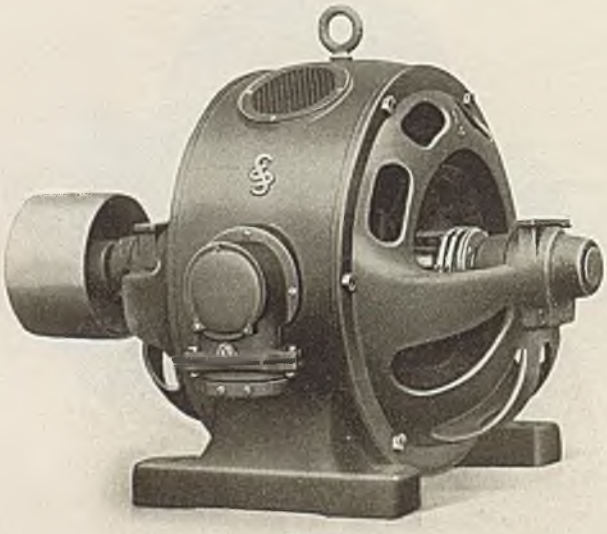


Fig. 3.

Drehstrommaschine Modell F
ohne Erreger.

Die Erregermaschine liegt bei den Maschinen mit eingebautem Erreger (Fig. 1 und 2) auf der den Schleifringen entgegengesetzten Seite. Der Anker der Erregermaschine ist auf der Welle der Drehstrommaschine befestigt. Das Joch für das Magnetgestell des Erregers ist, wie Fig. 2 zeigt, an das Lagerschild angegossen; die Pole sind aus Blechen zusammengesetzt und an das Joch angeschraubt.

Der eingebaute Erreger hat Compoundwicklung und erfordert seinerseits keinen Nebenschlußregler. Die Regelung der Spannung der Drehstrommaschinen geschieht durch Regler im Erregerkreis. Diese ermöglichen im

allgemeinen eine Feineinstellung bis herab auf etwa 80 % und eine Grobregelung bis auf 50 % der Maschinenspannung.

Die Maschinen werden normal für die Drehzahlen 1000 oder 750 und für die Frequenz 50 gebaut. Bei anderen Frequenzen zwischen 40 und 60, für welche die Maschinen ebenfalls geliefert werden, ergibt sich eine im Verhältnis geringere oder höhere Drehzahl.

Entsprechend den Normalien des V. D. E. halten die Maschinen eine Tourensteigerung um 15 % gegenüber der betriebsmäßigen Drehzahl aus.

Die Leistungen der Maschinen liegen bei der Drehzahl 1000 zwischen 5 und 125 KVA, bei der Drehzahl 750 zwischen 12 und 110 KVA. Bei Ausführung für Einphasenstrom ist die Leistung 25 % geringer als bei Zwei- und Dreiphasenstrom. Die größten Spannungen, für welche die einzelnen Typen gebaut werden, liegen zwischen 525 und 5250 Volt.

Maschinen, die als Generatoren mit einem Leistungsfaktor arbeiten, der mit Sicherheit größer ist als 0,95, wie es z. B. bei Belastung mit Glühlampen ohne Spannungstransformierung oder bei Synchronmotoren der Fall ist, können auf Wunsch mit verstärkter Wicklung versehen werden, wodurch sich die Leistung gegenüber den gewöhnlichen Ausführungen um 15 % erhöht.

Je nach der Leistung, für welche die Maschinen gebaut sind, liegt der Wirkungsgrad bei induktionsloser Vollbelastung zwischen 84,8 und 95,6 %. Der Effektbedarf für die Magneterregung beträgt bei rein induktiver Belastung je nach der Leistung 0,35 bis 2,3 Kilowatt.

In bezug auf Isolation, Temperaturerhöhung und Überlastbarkeit entsprechen die Maschinen den Vorschriften des V. D. E. Sie können, falls der Zeitraum zwischen zwei Überlastungsperioden groß genug ist, um die erforderliche Abkühlung zu ermöglichen, als Generatoren und Motoren während einer halben Stunde um 25 % und außerdem als Motoren während 3 Minuten um 40 % überlastet werden.

Für Leistungen über 125 KVA bis hinauf zu den größten Leistungen werden Maschinen besonderer Bauart geliefert.

Pirani-Aggregate

für Pufferbatterien

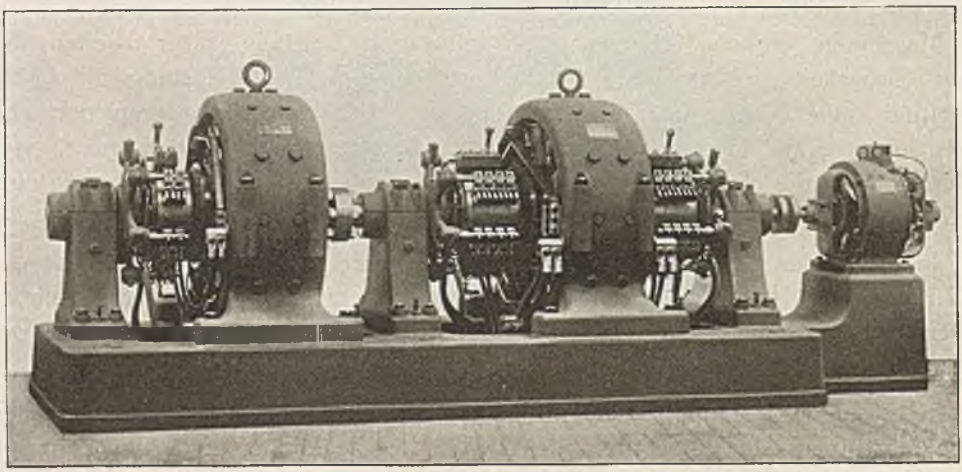


Fig. 1.
Pirani-Gruppe für 888 Amp. und ± 70 Volt.
Ausführung mit drei Lagern.

Geliefert oder in Auftrag genommen rund 150 Pirani-Maschinen für Stromstärken bis 4800 Amp. und Pufferspannungen bis 200 Volt

In modernen Gleichstromkraftwerken werden fast immer zur Unterstützung der Maschinen Akkumulatoren-Batterien benutzt. Häufig dienen sie nur zur Aufspeicherung der Energie, oft aber auch, um als Puffer-Batterien bei schwankender Kraftentnahme Stromstöße von den Maschinen fernzuhalten.

Damit diese Pufferwirkung der Batterie eintritt, müssen die mit ihr parallel arbeitenden Maschinen einen starken Spannungsabfall aufweisen. Nun werden aber die Maschinen im allgemeinen für Konstanthaltung der Spannung, d. h. für einen geringen Spannungsabfall, gebaut, so daß die Pufferung unvollkommen wird. In solchen Fällen wird mit Vorteil eine selbstregelnde Zusatzdynamo — nach ihrem Erfinder **Pirani-Maschine** genannt — in den Stromkreis der Batterie eingeschaltet.

Fig. 2 zeigt die grundsätzliche Anordnung der Pirani-Maschine. Diese trägt zwei Wicklungen. Die eine liegt an den Klemmen der Batterie, also an einer

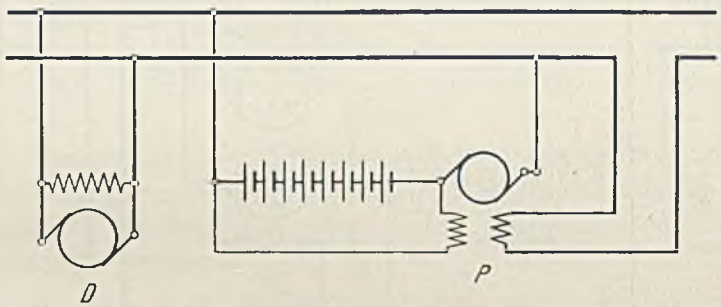


Fig. 2. Schaltbild für Pirani-Maschinen. D Dynamo, P Pirani-Maschine.

fast konstanten Spannung, und wird von einem fast konstanten Strom durchflossen. Durch die andere fließt der ins Netz gehende Hauptstrom, der sich entsprechend der Belastung verändert.

Die beiden Wicklungen sind so bemessen, daß sich ihre Wirkungen für einen mittleren Wert des Netzstromes aufheben; die Zusatzmaschine gibt dann keine Spannung und der Strom im Batteriezweig wird gleich Null, da die gleich großen Spannungen der Batterie und des Netzes einander entgegenwirken.

Steigt der Netzstrom, dann überwiegt die Hauptstromwicklung, die Zusatzmaschine gibt Spannung, und zwar von gleicher Richtung wie die Spannung der Batterie, so daß die **Spannung des Batteriezweiges erhöht** und die Batterie kräftig zur Entladung herangezogen wird.

Sinkt der Netzstrom unter den mittleren Wert, dann überwiegt die an die Batterie angeschlossene Wicklung, **die Zusatzspannung wird umgekehrt und addiert sich zur Netzspannung,** so daß die Batterie geladen wird. Das

gleiche ist der Fall, wenn in Anlagen mit Stromrückgewinnung, wie Seilbahnen, Förderanlagen usw. der Netzstrom seine Richtung umkehrt.

Die selbsttätige Einstellung der Zusatzspannung, die stets den Spannungsverlust in der Batterie deckt, wird noch dadurch begünstigt, daß sich die Batteriespannung und damit auch die Stromstärke der von ihr gespeisten Erregerwicklung mit der wechselnden Beanspruchung der Batterie ein wenig ändert.

Bei der praktischen Ausführung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Pirani-Maschine mit einer besonderen kleinen Erregermaschine auszurüsten, die dann statt der Zusatzmaschine die oben genannten beiden Wicklungen trägt. Fig. 3 zeigt die entsprechende Schaltung.

In vielen Fällen ist es erwünscht, daß den verschiedenen Ladungszuständen der Batterie Rechnung getragen wird. Beispielsweise verlangt eine nahezu

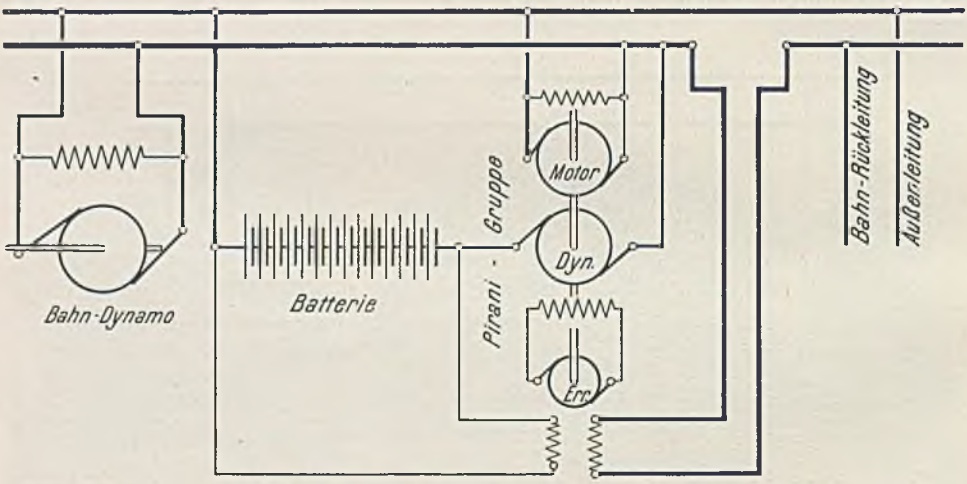


Fig. 3. Schaltbild für Pirani-Maschine mit besonderem Erreger.

vollgeladene Batterie zur Pufferung bei der Ladung eine große und bei der Entladung eine geringe Zusatzspannung, während bei einer mehr entladenen Batterie das umgekehrte der Fall ist. Daher muß eine Regulierungsmöglichkeit der Zusatzspannung vorgesehen werden.

Die **Siemens-Schuckertwerke** erreichen diese Regulierung der Zusatzspannung bei Ladung und Entladung dadurch, daß sie in den Erregerkreis der Zusatzmaschine, parallel zu einem Regulierwiderstand, eine Eisen-Aluminiumzelle einschalten, die bekanntlich nur in der Richtung vom Eisen zum Aluminium Strom durchläßt. Dem Erregerstrom stehen dann in der einen Richtung beide Wege, in der anderen nur ein Weg offen. Je nach der Stellung des Umschalters in Fig. 4 wird die Zusatzspannung bei Ladung größer oder kleiner als bei Entladung (D.R.-P.).

Durch einen Regulierwiderstand im Erregerkreis der Zusatzdynamo läßt sich nach Bedarf der Grad der Pufferung regulieren, d. h. man kann, wenn die Rücksicht auf die höchste zulässige Stromstärke der Batterie es erfordert, die Belastungsstöße, anstatt allein von der Batterie, auch zum Teil von der Maschine aufnehmen lassen.

Ferner kann man mit Hilfe eines Regulierwiderstandes, der im Stromkreis der Nebenschlußwicklung der Erregerdynamo eingeschaltet ist, einer Änderung des mittleren Stromverbrauchs im Netz Rechnung tragen, sowie je nach Bedarf die Batterie zur Stromlieferung heranziehen oder während des Betriebes aufladen. Das Vollaufladen außerhalb der Betriebsstunden braucht dann nur selten zu erfolgen.

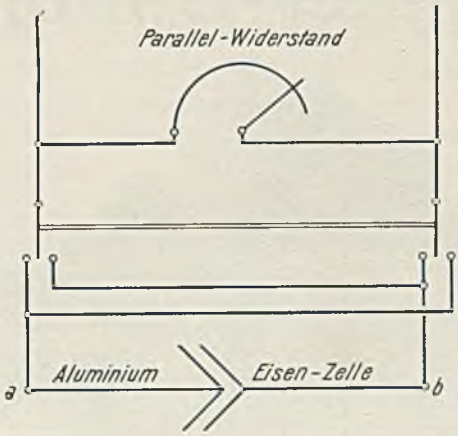


Fig. 4. Aluminium-Eisenzelle im Erregerstromkreis der Zusatzmaschine.

Die Zusatzdynamo wird von den **Siemens-Schuckertwerken** in der Regel mit zwei Ankerwicklungen und zwei Kollektoren versehen, die während des Pufferbetriebes parallel arbeiten, beim gelegentlichen Vollaufladen der Batterie aber in Reihe geschaltet werden.

Die Zusatzdynamo ist mit der Erregermaschine gewöhnlich durch eine Lederkupplung verbunden und mit dem Antriebsmotor direkt gekuppelt. Zum Antrieb kann je nach der Stromart, die zur Verfügung steht, ein Gleichstrom- oder Drehstrommotor verwendet werden. Die beiden Maschinen der Zusatzgruppe, bei Gleichstrom meist auch der Antriebsmotor, werden mit Wendepolen versehen.

Die großen Vorteile, die sich bei Verwendung von Pirani-Maschinen infolge der verbesserten Pufferwirkung ergeben, liegen auf der Hand. Die Maschinenbelastung wird gleichmäßiger und der Kohlenverbrauch geringer. Die Schwankungen der Netzspannung werden so geringfügig, daß zum Beispiel bei elektrischen Bahnanlagen trotz der stark wechselnden Belastung elektrische Lampen mit angeschlossen werden können. Es ist daher begreiflich, daß die Anzahl der mit Pirani-Maschinen ausgerüsteten Anlagen in starkem Anwachsen begriffen ist. Von den **Siemens-Schuckertwerken** wurden bisher etwa **150 Pirani-Maschinen** geliefert oder in Auftrag genommen, darunter Maschinen für Stromstärken bis 4800 Ampere und ± 200 Volt Puffer-Zusatzspannung.

Einanker-Umformer

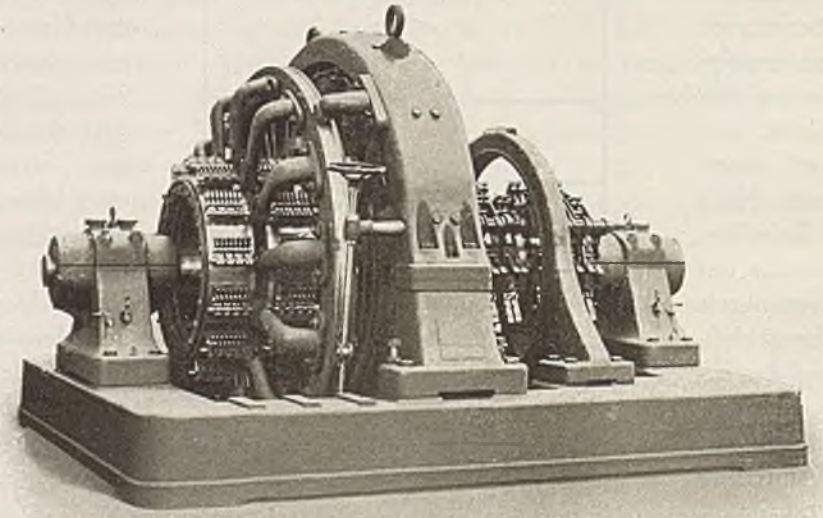


Fig. 1.
Einanker-Umformer im Städtischen Elektrizitätswerk Stuttgart,
Gleichstromspannung 240/275 Volt, Gleichstromleistung 600 KW, Periodenzahl 50, Drehzahl 428.

Die Umformung von Drehstrom in Gleichstrom findet außer für elektrolytische Zwecke in solchen Fällen statt, in denen ein Gleichstromnetz für Licht und Kraft oder eine mit Gleichstrom betriebene elektrische Bahnanlage von einer Drehstromzentrale mit Energie versorgt wird. Für diese Umformung stehen eine Reihe von Maschinenarten zur Verfügung, unter denen je nach den besonderen Betriebsbedingungen die Wahl zu treffen ist. Sehr häufig fällt die Entscheidung zugunsten des Einanker-Umformers aus, bei dem die Umformung auf rein elektrischem Wege in einer einzigen Maschine vor sich geht.

Ein solcher Einanker-Umformer unterscheidet sich von einer gewöhnlichen Gleichstrommaschine nur dadurch, daß er außer dem Kollektor zur Abnahme des Gleichstroms noch eine Reihe von Schleifringen für die Zuführung des Drehstroms besitzt.

Die Drehstromspannung steht zur Gleichstromspannung in einem unveränderlichen Verhältnis, das durch eine Änderung der Erregung nicht beeinflußt wird. Die Zuführung des Drehstroms erfolgt fast in allen Fällen über einen Transformator.

Da sich im Anker der Maschine der zugeführte Drehstrom und der erzeugte Gleichstrom zum großen Teile aufheben, so ist der Verlust durch Stromwärme besonders gering, und die Maschine kann daher eine weit größere Leistung hergeben, als wenn sie als Generator betrieben wird. Die Stromwärme im Anker ist bereits bei drei Phasen sehr gering und nimmt mit Erhöhung der Phasenzahl noch weiter ab.

Die Einanker-Umformer werden für drei oder sechs Phasen ausgeführt. Ein Sechsphasen-Umformer wird in der Weise mit Drehstrom gespeist, daß man die sekundären Spulen des Transformators, der zwischen dem Umformer und dem Drehstromnetz liegt, unverkettet läßt und mit ihren freien Enden zu den sechs Schleifringen des Umformers führt.

Eine Änderung der Erregung bewirkt eine Änderung der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Stromstärke. Bei schwacher Erregung bleibt der Strom hinter der Spannung zurück, bei starker Erregung eilt er der Spannung vorauf, und bei einer bestimmten Erregung arbeitet der Umformer mit dem Leistungsfaktor Eins.

Zur Regelung der Gleichstromspannung innerhalb der durch den praktischen Betrieb geforderten Grenzen kann in die Drehstromleitung eine Drosselspule eingeschaltet werden, deren Spannung sich je nach der Erregung des Umformers zur Netzspannung addiert oder sich von ihr subtrahiert. Eine Änderung der Erregung bewirkt also in diesem Falle außer der Änderung der Phasenverschiebung eine Änderung der Spannung an den Schleifringen des Umformers und dadurch auch eine Regelung der Gleichstromspannung.

Gegen Pendeln sind die Einanker-Umformer durch eine Dämpferwicklung geschützt.

Der funkenlose Gang wird durch Wendepole sichergestellt. Die günstigen Kommutierungsbedingungen, die durch die Wendepole geschaffen werden, ermöglichen es, die Einanker-Umformer für eine verhältnismäßig hohe Drehzahl zu bauen. Da selbst bei 50 Perioden die Polzahl verhältnismäßig gering ist, so ergibt sich der Vorteil eines großen Bürstenabstandes. In besonderen Fällen können Anker mit zwei Wicklungen und zwei Kommutatoren zur Verwendung kommen, bei denen die Spannung zwischen zwei benachbarten Bolzen nur gleich der halben Betriebsspannung ist.

Das Anlassen geschieht entweder von der Gleichstromseite oder von der Drehstromseite. Im letzteren Falle wird ein mit dem Umformer unmittelbar gekuppelter asynchroner Anwurfmotor vorgesehen, der für eine geringere Polzahl gebaut ist als der Einanker-Umformer und durch Einschalten von Wider-

stand im Rotorkreis auf die synchrone Drehzahl des Einanker-Umformers herabgeregelt wird. In andern Fällen wird zwischen Einanker-Umformer und Anwurfmotor eine Übersetzung eingeschaltet. Das Einschalten des Drehstroms erfolgt ebenso wie beim Anlassen von der Gleichstromseite mit Hilfe der gewöhnlichen Synchronisier-Einrichtungen. Die Anwurfmotoren werden nach Erreichen der synchronen Drehzahl abgekuppelt.

Man kann die Umformer auch dadurch von der Drehstromseite aus anlassen, daß man einen Bruchteil der Drehstromspannung an die Schleifringe des unerregten Umformers legt und den Umformer ähnlich wie einen Asynchronmotor anlaufen läßt. Da die Polarität der Gleichstrombürsten in diesem Falle nicht von vornherein feststeht, so müssen für eine Änderung der Polarität die erforderlichen Einrichtungen vorgesehen werden.

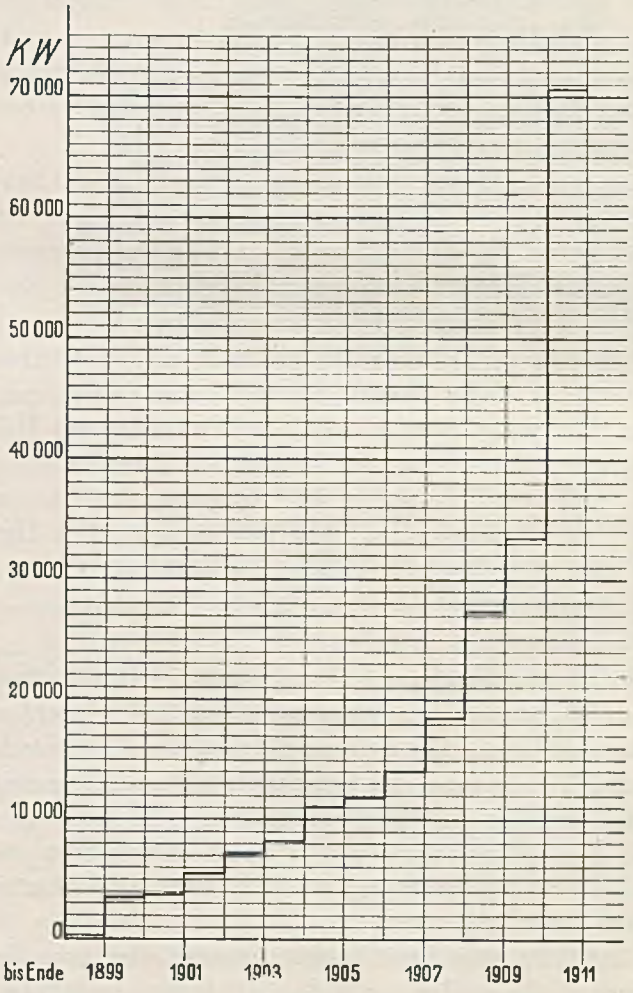


Fig. 2.

Von den Siemens-Schuckertwerken bis Ende 1911 gelieferte Einanker-Umformer.

Bei Umformern, die miteinander parallel arbeiten, erfolgt zur Sicherstellung eines ungestörten Betriebes der Anschluß der Drehstromleitungen, falls dies nicht schon aus andern Gründen erforderlich ist, stets über Transformatoren.

Wenn es sich um eine Umformung von Gleichstrom in Drehstrom handelt, bei welcher das Drehstromnetz allein durch Einanker-Umformer gespeist wird, läßt sich eine Erhöhung der Drehzahl bei wattloser Belastung durch eine Zusatzmaschine im Erregerkreis des Umformers verhindern.

Größere Einanker-Umformer

wurden unter andern für folgende Anlagen
= geliefert oder in Auftrag genommen =

Anlage	Anzahl	Leistung je KW	Perioden-zahl
Società Tubi Mannesmann, Dalmine (Italien) . . .	2	880	50
Städtisches Elektrizitätswerk Cassel	2	800	50
A.-G. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen a. Saar	3	800	50
" " " " " "	1	400	50
Sociedad Alumbrado Eléctrico, Manresa (Spanien) .	1	700	50
Gesellschaft für elektrische Hoch- und Untergrundbahnen, Berlin	4	660	40
Deutsch-Österreichische Mannesmannröhren-Werke, Abteilung Remscheid	2	650	50
Société Minière et Industrielle, Gewerkschaft „Graf Renard", Sosnowice	2	600	50
Städtisches Elektrizitätswerk Stuttgart	1	600	50
Beunaer Kohlenwerke, Oberbeuna i. Sachsen . . .	1	600	50
Société anonyme des Tramways d'Odessa	3	500	50
Baumwollspinnerei Kolbermoor A.-G., Bayern . . .	1	410	50
J. W. Zanders, Papierfabrik, Bergisch-Gladbach . .	2	350	50
Siemens elektrische Betriebe G. m. b. H., Elektrizitätswerk Malaga (Spanien)	3	330	50
Kreis-Ruhrorter Straßenbahn A.-G. in Ruhrort . .	1	325	50
Elektrizitätswerk Berggeist-Ramersdorf A.-G., Brühl	2	350	50
Wasser- und Lichtwerke Barmen	1	1500	50
Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A.-G., Essen	1	500	50
Société anonyme du gaz de Namur	1	500	50
Neue Senftenberger Kohlenwerke A.-G., Trebnitz .	1	500	50
Chemische Fabrik, Griesheim-Electron	2	800	50
Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahn in Bochum .	2	525	50
Krefelder Stahlwerk A.-G., Krefeld	1	350	50
Städtisches Elektrizitätswerk Bremen	3	800	50
Compañia Alemana-Transatlántica de Electr. Buenos-Aires	4	1000	50

Kaskaden-Umformer

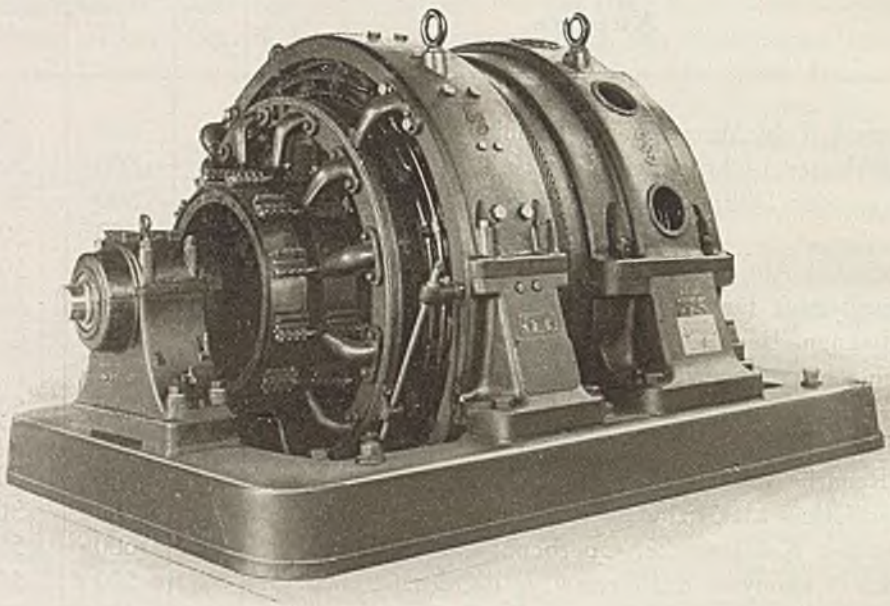


Fig. 1.

Kaskaden-Umformer im Städtischen Elektrizitätswerk Leipzig
Gleichstromleistung **1000** KW, Drehstromspannung **10000** Volt, Drehzahl 250

Für die Umformung von Drehstrom in Gleichstrom führen die Siemens-Schuckertwerke seit einer Reihe von Jahren Kaskaden-Umformer aus, die in mancher Hinsicht die Eigenschaften und Vorteile der übrigen Umformerarten vereinigen. Die Kaskaden-Umformer bestehen aus einem asynchronen Drehstrommotor, der für die auch sonst üblichen Spannungen gebaut wird, und einer damit gekuppelten Gleichstrommaschine, deren Anker mit dem Rotor des Drehstrommotors elektrisch verbunden ist.

Bei gleicher Polzahl beider Maschinen wird die vom Drehstrommotor aufgenommene Leistung zur einen Hälfte mechanisch und zur anderen Hälfte

elektrisch auf die Gleichstrommaschine übertragen. Dies bringt mit sich, daß die Gleichstrommaschine gleichzeitig als Generator und als Einanker-Umformer arbeitet.

Daraus ergibt sich zunächst ein hoher Wirkungsgrad, indem die Stromwärme im Anker der Gleichstrommaschine kleiner ist, als wenn die Maschine die gleiche Stromstärke allein als Generator liefert. Es ist dabei von Vorteil, daß die zur Hälfte als Einanker-Umformer arbeitende Gleichstrommaschine für eine große Anzahl Phasen gebaut werden kann, weil die Stromzuführung zum Anker dieser Maschine ohne Schleifringe erfolgt. Die Siemens-Schuckertwerke verwenden Anker, die für zwölf Phasen gewickelt sind.

Die Drehzahl des Kaskaden-Umformers ist in der Regel halb so groß wie die Tourenzahl, die der Drehstrommotor für sich allein bei synchronem Lauf annehmen würde. Die Drehstromseite enthält daher nur halb so viele Pole, wie sonst bei gewöhnlichen Drehstrommotoren von der gleichen Drehzahl und Periodenzahl erforderlich sind, ihre Abmessungen werden also verhältnismäßig gering.

Die Frequenz ist auf der Gleichstromseite in der Regel halb so groß wie im Drehstromnetz. Daraus ergeben sich besonders günstige Bedingungen für die Kommutierung. Der funkenlose Gang wird durch Verwendung von Wendepolen sichergestellt. Ein Überschlagen der Spannung zwischen den Kollektorbürsten ist ausgeschlossen.

Der Kaskaden-Umformer ist außerordentlich überlastbar, die Gefahr des Außertrittfallens besteht nicht. Gegen Pendeln ist er durch eine starke Dämpferwicklung geschützt.

Durch Änderung der Erregung läßt sich die Spannung der Gleichstromseite um ± 10% ändern, ohne daß auf der Drehstromseite Drosselspulen, Streutransformatoren oder Zusatzmaschinen erforderlich sind. Durch geeignete Bemessung der Wicklungen kann man es erreichen, daß der Drehstrommotor bei einer bestimmten Spannung mit dem Leistungsfaktor eins arbeitet oder voreilenden Strom aufnimmt.

Das Anlassen der Kaskaden-Umformer geschieht von der Drehstromseite, indem ein fester, stufenloser Anlaßwiderstand an drei Schleifringe angeschlossen wird. Wenn die halbe synchrone Drehzahl, d. h. in diesem Falle die normale Tourenzahl, erreicht ist, werden die Schleifringe kurzgeschlossen und die Bürsten abgehoben, worauf der Umformer wie eine Synchronmaschine weiterläuft. Man erkennt den Zeitpunkt für das Kurzschließen des Anlaßwiderstandes daran, daß die Schwankungen in einem an die Schleifringe angeschlossenen

Voltmeter sich verringern. Man schließt kurz in dem Augenblick, in welchem das Voltmeter durch Null hindurchgeht.

Bei Dreileiteranlagen kann man den Nulleiter an einen der Schleifringe der Drehstromseite anschließen.

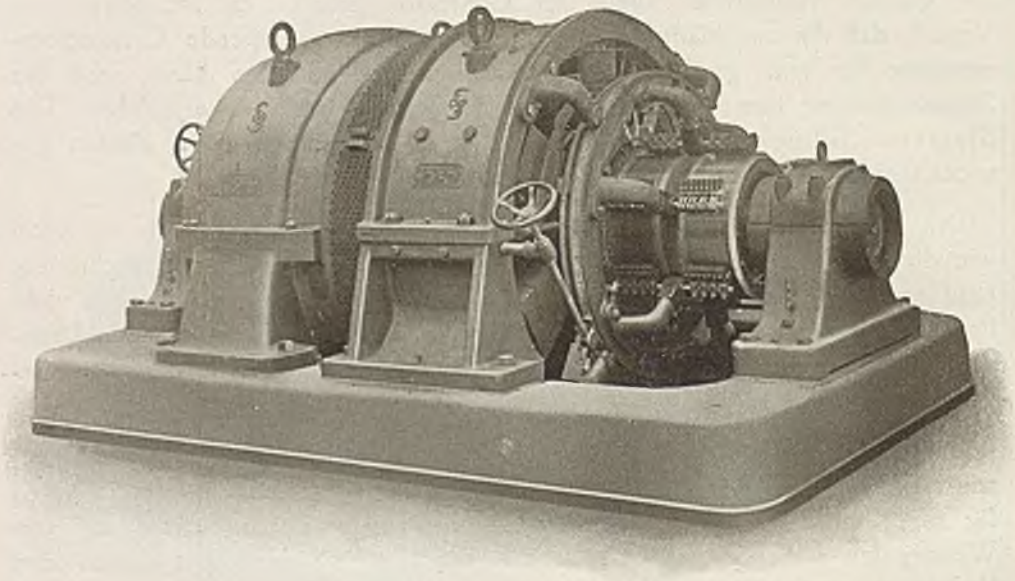


Fig. 2.

Kaskaden-Umformer in der Umformerstation der Zentrale Erfurt
Gleichstromleistung **500** KW, Drehstromspannung **3000** Volt, Drehzahl 500

Bei Kaskaden-Umformern, die parallel mit Gleichstrom-Generatoren arbeiten, kann Vorkehrung dafür getroffen werden, daß zeitweise Energie aus dem Gleichstromnetz in das Drehstromnetz übertragen wird.

Über die größeren von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführten oder in Auftrag genommenen Kaskaden-Umformer gibt das nebenstehende Verzeichnis Auskunft. Unter diesen Umformern befinden sich Maschinen bis zu Leistungen von 2000 Kilowatt.

Ausgeführte oder im Bau befindliche Kaskaden-Umformer

Anlage	Anzahl	Gleichstromleistung je KW	Drehzahl
Hamburger Hochbahn	6	1000	375
Städt. Elektrizitätswerk Leipzig	1	1000	250
„ „ „	1	600	375
„ „ „	2	250	500
Helsingfors Elektriska Belysmings A.-B., Finland	1	1000	300
Städt. Elektrizitätswerk München	4	1000	375
„ „ „	2	800	500
„ „ Lichtenberg	1	750	500
„ „ Erfurt	1	500	750
„ „ „	2	500	500
„ „ Stuttgart	2	500	500
„ „ „	2	400	750
„ „ Osnabrück	2	500	500
Gemeinde-Elektrizitätswerk Altenessen	1	350	500
Primaria Bukarest	3	350	750
Gelsenkirchener Bergwerks A.-G., Zeche Zollern II, Merklinde i. Westf.	1	300	750
Gelsenkirchener Bergwerks A.-G., Zeche Zollern II, Merklinde i. Westf.	1	800	500
Städt. Elektrizitätswerk München-Gladbach	2	300	750
„ „ Görlitz	1	600	600
„ „ Cassel	1	300	500
Kraftwerk Wilmersdorf (Untergrundbahn)	3	1000	500
Berliner Hochbahn, Umformerwerk Senefelderplatz	3	1500	300
Städt. Elektrizitätswerk Bielefeld	2	1000	375
Stettiner Elektrizitätswerke A.-G. in Stettin	2	1000	375
„ „ „ „ „	2	2000	300
„ „ „ „ „	1	600	600
Straßenbahn Hannover A.-G.	1	400	750

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Drehstrommotoren

Modell R

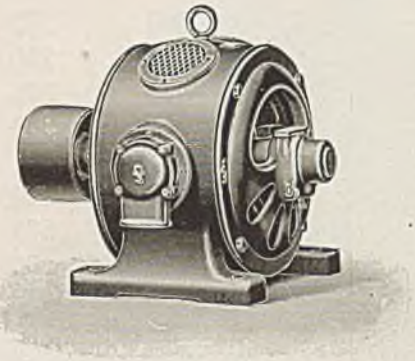


Fig. 1.
Offener Drehstrommotor
mit Kurzschlußrotor.

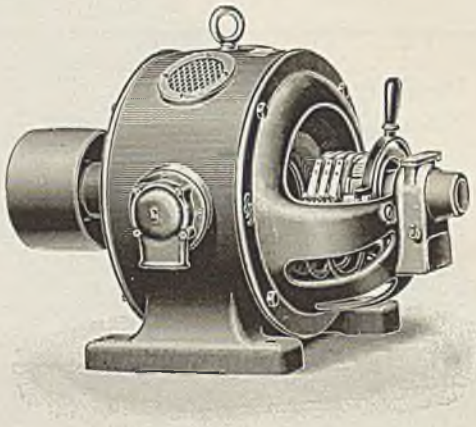


Fig. 2.
Offener Drehstrommotor
mit Schleifringrotor und Bürstenabheber.

Die Drehstrommotoren Modell R der Siemens-Schuckertwerke stellen einheitlich durchgebildete und in allen Einzelheiten nach modernen Gesichtspunkten gebaute Maschinen dar. Die Motoren werden bis zu den größten Leistungen gebaut. Die folgende Darstellung bezieht sich auf Ausführungen, die bei der Drehzahl 1500 für Leistungen bis 230 PS und bei geringerer Drehzahl für entsprechend geringere Leistungen geliefert werden.

Das Gehäuse, das einen gedrungenen Bau mit gefälliger Form vereinigt, trägt den aus Blechen zusammengesetzten Eisenkörper des Stators. Bei größerer Länge des wirksamen Eisenkörpers werden zwischen den einzelnen Blechpaketen Ventilationskanäle vorgesehen. Die Statorwicklung ist in halboffenen Nuten untergebracht. Ihre Klemmen liegen in einem Schutzkasten seitlich am Gehäuse.

Der Eisenkern des Rotors ist gleichfalls aus Blechen zusammengesetzt und mit halboffenen Nuten versehen. Die Wicklung ist als Oberflächenwicklung ausgeführt; ihre Stirnverbindungen ruhen, abgesehen von den Ausführungen für geringe Drehzahl und mit kurzer Ausladung, auf Wicklungsträgern.

Die Lager der kleineren Motoren sind einteilig, die der größeren Motoren zweiteilig. Sämtliche Lager sind mit Ringschmierung versehen. Die Welle

besteht aus Siemens-Martinstahl und ist so kräftig bemessen, daß der Motor ohne Erschütterungen läuft.

Die Motoren werden mit Kurzschluß- oder mit Schleifringrotor ausgeführt (Fig. 1 und 2). Die aus Bronze bestehenden Schleifringe liegen geschützt auf der Innenseite des Lagerschildes. Die Bürstenhalter sind mit Bronzekohlen ausgerüstet, die sich durch große Leitfähigkeit auszeichnen und nur eine äußerst geringe Abnutzung der Schleifringe verursachen.

Motoren mit Schleifringanker, die längere Zeit ohne Betriebsunterbrechung laufen, können mit Bürstenabheber ausgerüstet werden. Dieser besteht aus einer mit Kontaktstücken versehenen Büchse, die durch einen gabelförmigen Hebel (siehe Fig. 2) in axialer Richtung verschoben werden kann. Dadurch werden nacheinander die Schleifringe kurz geschlossen und die Bürsten abgehoben, wodurch die Abnutzung der Bürsten und Schleifringe verringert und der Wirkungsgrad nicht unwesentlich verbessert wird. In seinen Endlagen wird der Hebel durch eine Sperrvorrichtung festgehalten.

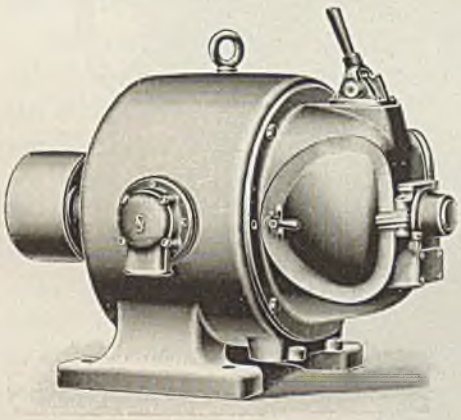


Fig. 3.
Ventiliert gekapselter Drehstrommotor mit Schleifringrotor und Bürstenabheber.

Die Motoren werden offen und ventiliert gekapselt geliefert. Bei der offenen Ausführung (Fig. 1 und 2) sind die Lagerschilder korbförmig ausgebildet und oben mit einem Wicklungsschutz versehen. Die an den Stirnseiten eintretende Kühlluft entweicht durch kreisrunde, mit gelochtem Blech versehene Öffnungen am Umfang des Gehäuses.

Bei der ventiliert gekapselten Ausführung (Fig. 3), die einen Schutz der Wicklung gegen mechanische Verletzungen sowie gegen Tropf- und Spritzwasser bietet, sind die Lagerschilde als geschlossene Kappen ausgeführt. Sie sind, um die Bürsten und Schleifringe zugänglich zu machen, mit Türen versehen. Das Motorgehäuse ist bei dieser Ausführung bis auf zwei Ventilationsöffnungen vollständig abgeschlossen. Die Öffnungen sind mit Rohrflanschen versehen, damit sie, wenn die Luft in der Umgebung des Motors staub- oder säurehaltig ist, durch Rohre mit dem Freien verbunden werden können.

Die Motoren für kleinere Leistungen können mit einem Zahnradvorgelege, das eine Verminderung der Drehzahl im Verhältnis 1:5 herbeiführt, zusammengebaut werden.

Die normalen Spannungen liegen zwischen 120 und 5000 Volt.

Drehstrommotoren
mit angebauter Anlaßwalze

Die Drehstrommotoren Modell R der Siemens-Schuckertwerke werden außer in der gewöhnlichen Bauart auch, wie Fig. 1 zeigt, mit angebauter Anlaßwalze geliefert. Diese Art der Ausführung, die eine sehr einfache Montage und Bedienung ermöglicht, empfiehlt sich in solchen Fällen, in

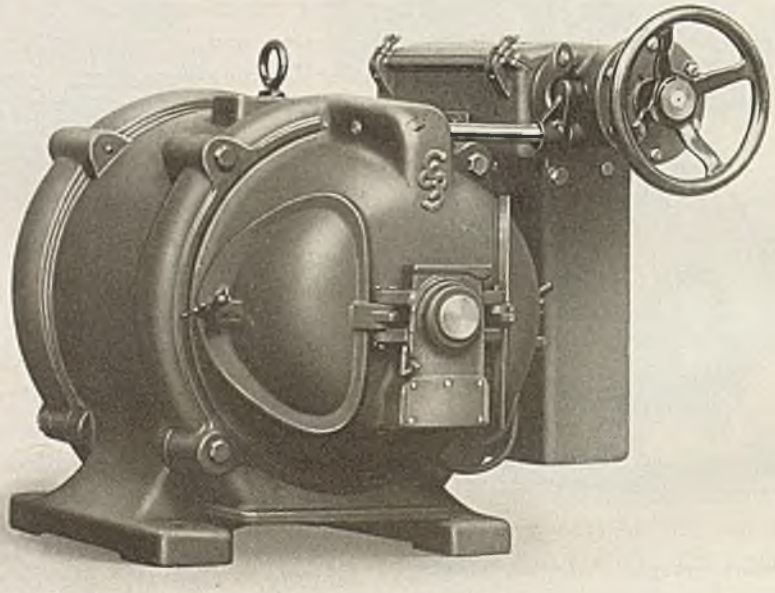


Fig. 1.
Ventiliert gekapselter Drehstrommotor mit angebauter Anlaßwalze.

denen die Motoren öfters ihren Standort wechseln oder von ungeschultem Personal bedient werden müssen. Die Motoren mit angebauter Anlaßwalze haben daher in Bergwerksanlagen, Papierfabriken, Zementfabriken, Spinnereien usw. große Verbreitung gefunden.

Der Stufenschalter zum Anlassen des Motors ist in gedrungener Form als Walze ausgeführt. Auf den Kontaktsegmenten der Walze schleifen Scharnierhämmer aus gezogenem Kupfer mit verstärktem Kopf. Der Hub der Hämmer ist einstellbar und wird durch eine besonders gesicherte Schraube

begrenzt. Das Gehäuse für den Stufenschalter und den unterhalb desselben in Öl liegenden Anlaßwiderstand ist unmittelbar am Motor befestigt, so daß die bei getrennter Aufstellung des Anlassers nötigen längeren Verbindungsleitungen zwischen Motor und Anlasser fortfallen.

Um also den Motor betriebsfertig zu montieren, braucht man nur die drei Ausführungsleitungen mit dem Netz zu verbinden.

Bis zu Spannungen von 1000 Volt werden die angebauten Anlaßwalzen mit einem zwei- oder dreipoligen Primärschalter versehen, so daß ein besonderer Schalter zum Trennen vom Netz nicht erforderlich ist.

Der Zusammenbau von Motor und Anlasser erlaubt sämtliche Vorgänge des Anlassens derart voneinander abhängig zu machen, daß eine falsche Bedienung unmöglich ist. Die Einschaltung des Statorstromes, das Ausschalten des Anlaßwiderstandes, das Kurzschließen der Bürsten und die Betätigung des Bürstenabhebers erfolgen unbedingt stets in der richtigen Reihenfolge.

Die Drehung des Handrades in Fig. 1 bewirkt zunächst, daß der Stator durch die Kontakte der Walze eingeschaltet wird. Bei weiterer Drehung wird der Anlaßwiderstand im Rotorkreis stufenweise verringert und schließlich kurzgeschlossen. Wenn der Rotor auf diese Weise seine volle Drehzahl erreicht hat, wird das Handrad nochmals weitergedreht, wodurch mittels Übertragung durch Hebel und Welle eine Kurzschlußvorrichtung betätigt wird, wie sie früher bei Drehstrommotoren ohne angebauten Anlasser erwähnt wurde.

In gleicher Weise ist beim Abstellen des Motors die umgekehrte Reihenfolge der Vorgänge absolut gesichert. Der Motor ist daher in vollkommener Weise gegen Beschädigungen durch unrichtige Ausführung des Anlassens und Abstellens geschützt.

Motoren mit Spannungen über 1000 Volt werden normal mit besonderem Primärschalter gebaut.

Die Anlaßwalzen werden für unbelasteten Anlauf sowie für Anlauf mit normalem Moment und dem Doppelten des normalen Momentes geliefert.

Die Motoren werden entweder, wie in Fig. 1, in ventiliert gekapselter Bauart oder offen geliefert. Die ventiliert gekapselte Ausführung wird gewählt, wo ein Schutz des Motors gegen mechanische Beschädigungen erforderlich ist. Sie kommt auch zur Anwendung, wenn der Raum, in dem der Motor aufgestellt ist, staub- oder säurehaltig ist. In diesem Falle werden die beiden Öffnungen des Gehäuses, durch welche die Kühlluft angesaugt bezw. herausgetrieben wird, durch Rohrleitungen oder Kanäle mit der Außenluft verbunden.

Im Übrigen entsprechen die Ausführungen mit angebauter Steuerwalze der früher gegebenen Beschreibung der Drehstrommotoren Modell R.

Große Drehstrommotoren

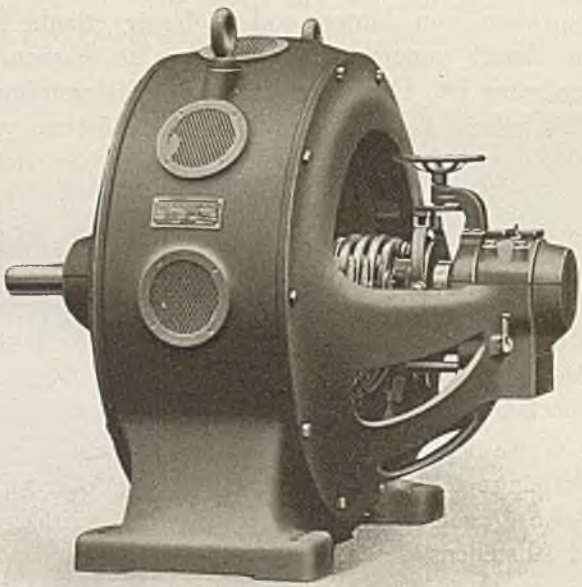


Fig. 1.
Drehstrommotor mit Schleifringanker und Bürstenabhebevorrichtung,
80 PS, 440 Volt, Drehzahl 240.

Die großen Drehstrommotoren der Siemens-Schuckertwerke gehören ebenso wie die Drehstrommotoren für kleinere Leistungen dem nach neuzeitlichen Gesichtspunkten durchgebildeten Modell R an. Sie kommen in Bergwerksbetrieben als Steuermotoren für Fördermaschinen und zum Antrieb von Kolben- und Zentrifugalpumpen, Kompressoren und Ventilatoren, ferner in Hüttenwerken zum Antrieb von Gebläsemaschinen, Walzenstraßen usw. zur Verwendung. Die folgende Darstellung bezieht sich auf Ausführungen mit Drehzahlen zwischen 75 und 1500 und für Leistungen von etwa 200 bis 4000 PS.

Die Motoren werden normal für Spannungen bis 5000 Volt, in besonderen Fällen auch für höhere Spannungen ausgeführt.

Wirkungsgrad, Leistungsfaktor und maximales Drehmoment sind um so größer, je höher die Drehzahl ist. Bei den schnellaufenden Motoren ist

der Wirkungsgrad bei Vollast 93 bis 95,5 %,
der Leistungsfaktor bei Vollast 0,91 bis 0,93,
das maximale Drehmoment das 2- bis 2,5-fache des normalen Drehmoments.

Der Stator wird bei kleineren Leistungen meist einteilig, bei größeren zweiteilig oder nötigenfalls vierteilig gebaut.

Das Gehäuse des Stators besteht aus Gußeisen. Die Füße sind entweder an das Gehäuse angegossen, oder sie werden, wo es erforderlich ist, mit dem Gehäuse verschraubt. Man kann im letzteren Falle nach Abschrauben der Füße den ganzen Stator um den Rotor drehen und dadurch auch die unteren Statorspulen für eine Besichtigung oder Auswechslung zugänglich machen.

Der wirksame Eisenkern des Stators besteht in der üblichen Weise aus Blechen, die durch isolierte Bolzen in Verbindung mit starken Enddruckplatten zusammengehalten werden. Zum Zwecke der Ventilation sind im Eisenkörper durch Zwischenlegen von Abstandblechen Luftkanäle geschaffen.

Die Statorwicklung, die normalerweise als spulenförmige Drahtwicklung ausgeführt wird, liegt in halbgeschlossenen, mit Isoliermaterial ausgekleideten Nuten. Die Wicklungsköpfe an den Stirnseiten werden durch einen Wicklungsschutz gegen Beschädigungen gesichert.

Der Rotor wird bei den kleineren Ausführungen in der Regel einteilig, auf Wunsch auch zweiteilig gebaut. Die größeren Modelle bestehen normal aus zwei Teilen, nötigenfalls aus vier Teilen.

Der aktive Eisenkern des Rotors wird in der gleichen Weise wie beim Stator aus Blechen zusammengesetzt und durch Bolzen in Verbindung mit Enddruckplatten zusammengepreßt. Er wird durch einen Doppelstern aus Gußeisen oder Gußstahl getragen, der mit den Enddruckplatten des Rotors verschraubt wird. Bei den größeren Ausführungen dienen außerdem noch schwalbenschwanzförmige Keile zur Verbindung des Eisenkörpers mit dem Doppelstern.

Um ein Andrehen durch ein Klinkwerk oder ein motorisch angetriebenes Vorgelege zu ermöglichen, können die Rotoren mit einem Zahnkranz versehen werden.

Die Rotorwicklung liegt in ausgestanzten, halbgeschlossenen Nuten, die mit Isolation ausgekleidet sind. Die Stirnverbindungen ruhen bei größerer Ausladung auf besonderen Wicklungsträgern aus Gußeisen oder Stahlguß, die an

die Druckplatten des aktiven Eisenkörpers angeschraubt sind. Die über den Eisenkörper hervorragenden Teile der Wicklung sind gegen die Wirkung der Fliehkraft durch Bandagen aus Stahldraht geschützt.

Die Motoren werden mit Kurzschlußrotor oder Schleifringrotor geliefert.

Kurzschlußrotoren kommen fast nur beim Antrieb von Zentrifugalpumpen und hier auch nur dann in Frage, wenn die Motorleistung im Verhältnis zur Zentralenleistung nicht zu groß ist. Das Anlassen erfolgt dann mit Hilfe

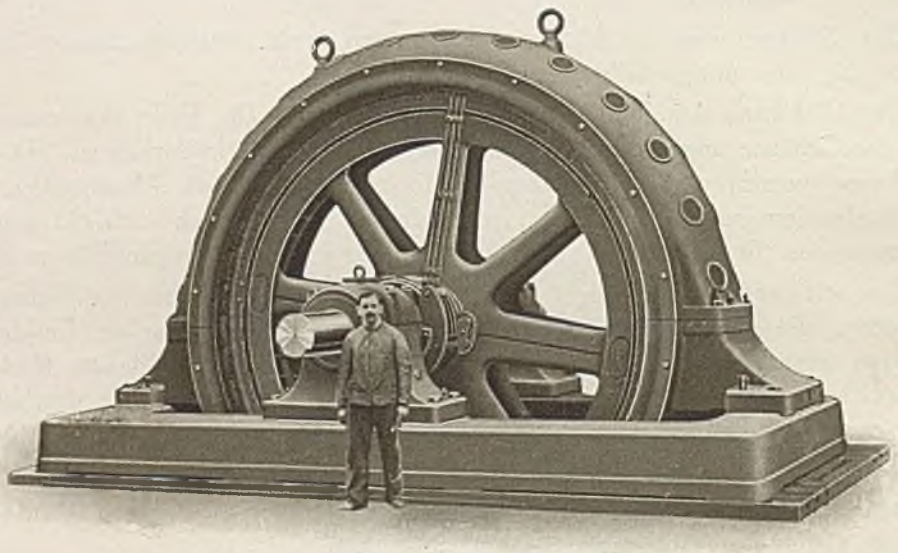


Fig. 2.
Drehstrommotor, 1220 PS, 3000 Volt, Drehzahl 104,5.

eines Anlaßtransformators, seltener in der Weise, daß der Motor zugleich mit dem Generator, von dem er gespeist wird, in Betrieb gesetzt wird.

Die Motoren mit Schleifringrotor besitzen ein höheres Anzugsmoment als die mit Kurzschlußrotor, auch ist bei ihnen eine Abwärtsregelung der Drehzahl möglich. Die Schleifringe werden aus bester Bronze hergestellt. Als Material für die Bürsten dienen Bronzekohlen.

Motoren, die längere Zeit ohne Betriebsunterbrechung mit voller Drehzahl laufen, werden zweckmäßig mit einer Vorrichtung versehen, durch welche nach erfolgtem Anlassen die Schleifringe kurzgeschlossen und die Bürsten abgehoben werden können. Dadurch wird der Verschleiß der Schleifringe und Bürsten verringert und der Wirkungsgrad etwas erhöht.

Motoren für feuchte Räume werden zweckmäßig mit einem besonderen Feuchtigkeitsschutz versehen.

Die kleineren Ausführungen erhalten Lagerschilde (Fig. 1), während die größeren mit Stehlagern gebaut werden (Fig. 2 und 3).

Die Lager sind zweiteilig ausgeführt und mit Ringschmierung versehen. Bei sehr hoch belasteten Lagern oder großer Zapfengeschwindigkeit werden die unteren Lagerschalen mit kupfernen Kühlschlangen für Wasserkühlung versehen.

Die Welle wird aus Siemens-Martinstahl hergestellt und so kräftig bemessen, daß der Motor ohne Erschütterungen läuft. Bei Walzenzugsmotoren werden

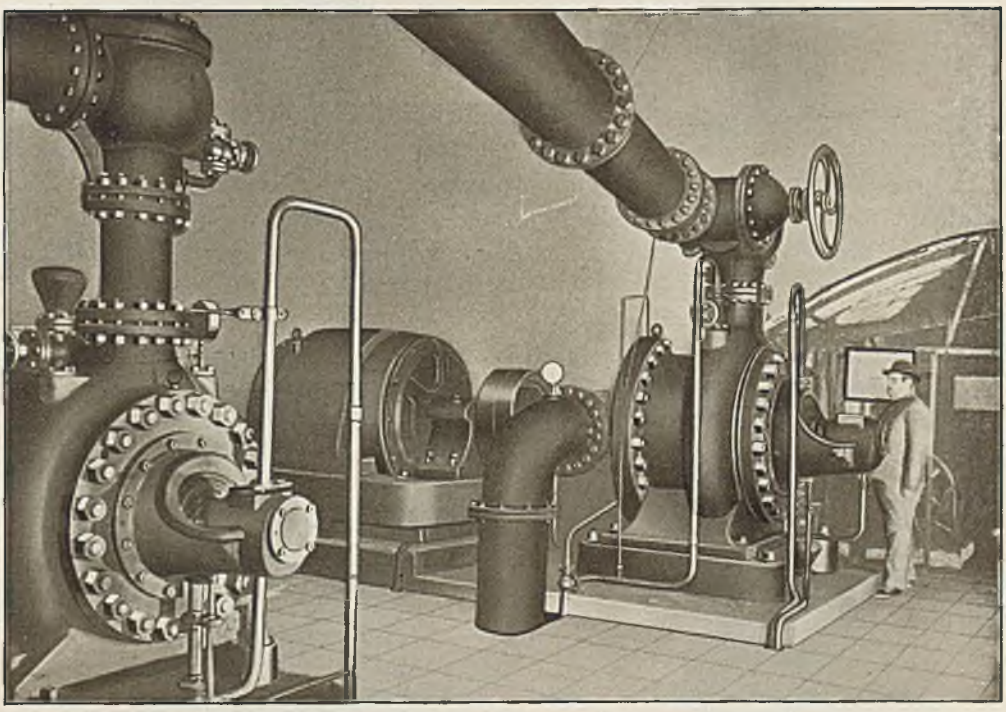


Fig. 3.
Wasserhaltung der Bergwerksgesellschaft G. v. Giesches Erben, Frankenbergschacht; Antrieb durch zwei Drehstrommotoren von je 1560 PS, 3000 Volt, Drehzahl 1500.

wegen der vorkommenden stoßweisen Überlastungen Welle, Lager, Grundplatte und Fundamentanker sowie die Motoren selbst besonders kräftig ausgeführt. In der Regel erhalten diese Motoren Bocklager, die mit dem Statorgehäuse auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet sind; der Luftspalt wird erforderlichenfalls größer gehalten als bei normalen Motoren.

Kleinmotoren für Einphasenstrom

Einphasenstrom-Induktionsmotoren

Einphasen-Induktionsmotoren (Fig. 1 bis 3) sind ähnlich wie Drehstrommotoren gebaut. Sie werden verwendet, wenn keine Geschwindigkeitsregelung erforderlich ist und ein geringes Anlaufmoment genügt. Die Motoren stellen in bezug auf die Wartung sehr geringe Anforderungen. Ihre Drehzahl bleibt zwischen Leerlauf und voller Belastung angenähert konstant.

Fig. 1.
Einphasen-Induktionsmotor mit Kurzschlußanker.

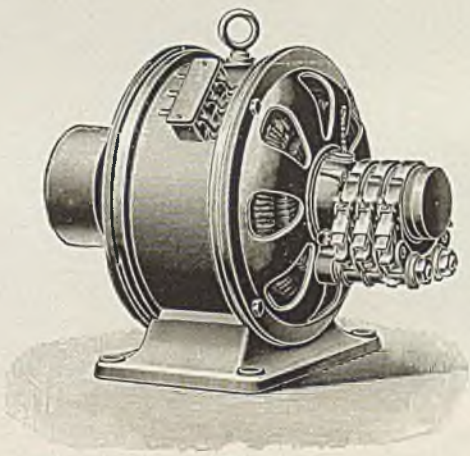


Fig. 2.
Einphasen-Induktionsmotor mit Schleifringanker.

Die Motoren werden mit Kurzschlußrotor für Leistungen von $^1/_{16}$ bis 3 PS, mit Schleifringrotor für Leistungen von 0,6 bis 3 PS gebaut. Motoren mit Schleifringrotor haben den Vorteil eines geringeren Anlaufstromes und größerer Anzugskraft. Eine Regulierung der Geschwindigkeit ist nicht möglich.

Das Anlassen der Motoren geschieht mit Hilfe einer Hilfswicklung, die durch einen gegen den Hauptstrom in seiner Phase verschobenen Strom

gespeist wird und nach Erreichung der normalen Drehzahl ausgeschaltet wird. Die Motoren sind mit einer Zentrifugalkupplung versehen, durch welche nach unbelastetem Anlauf die Riemenscheibe mitgenommen wird, sobald angenähert die volle Drehzahl erreicht ist.

Fig. 3.
Einphasen-Induktionsmotor
mit Kurzschlußanker, geschlossen.

Fig. 4.
Anlaßschalter
für Induktionsmotoren bis 1 PS
mit Kurzschlußanker.

Zum Ein- und Ausschalten dienen bei Motoren mit Kurzschlußankern die Apparate in Fig. 4 und 5, während bei Motoren mit Schleifringrotor ein Anlasser mit Kontaktvorrichtung für die Hilfsphase, wie er in Fig. 6 dargestellt ist, sowie ein zweipoliger Ausschalter zum Abschalten vom Netz erforderlich ist.

Fig. 5.
Anlaßschalter für Induktions-
motoren von 2 bis 3 PS
mit Kurzschlußanker.

Fig. 6.
Anlasser für Induktionsmotoren
mit Schleifringanker.

Für feuchte Räume werden offene Motoren, bei denen die Wicklungen mit Feuchtigkeitsschutz-Isolation versehen und die Schleifringe gekapselt sind, verwendet, während in Räumen mit Tropf- oder Spritzwasser geschlossene Motoren verwendet werden. Motoren mit gekapselten Schleifringen oder

geschlossene Motoren kommen auch für staubige oder schmutzige Räume in Frage.

Zahnradvorgelege für Einphasen - Induktionsmotoren sind in Fig. 11 und Fig. 12 der nächsten Seite abgebildet.

Repulsionsmotoren

Die Einphasenstrom - Repulsionsmotoren (Fig. 7) sind Kommutatormotoren mit kurzgeschlossenen Bürsten. Ihre Drehzahl nimmt ebenso wie die der Reihenschlußmotoren mit wachsender Belastung ab. Die Repulsionsmotoren haben den Vorteil, daß sie mit voller Last anlaufen, beim Anzug etwa das Doppelte des normalen Drehmoments entwickeln und sich im Unterschied von den Einphasen - Induktionsmotoren in ihrer Drehzahl regulieren lassen. Die Repulsionsmotoren werden für Leistungen von 1/8 bis 3 PS gebaut.

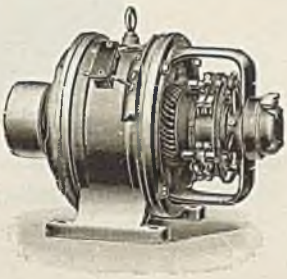


Fig. 7.
Repulsionsmotor von 2 PS

Repulsionsmotoren laufen ohne Anlasser an. Für Leistungen von 2 und 3 PS empfiehlt es sich jedoch, Anlasser vorzusehen, da sonst die Stromstöße, die beim Einschalten auftreten, den Motor gefährden können und zu starken Spannungsschwankungen im Netz Anlaß geben. Anlasser für Repulsionsmotoren sind in Fig. 8 und 10 abgebildet.

Die Drehzahl der Repulsionsmotoren ist normal 1500, sie kann jedoch durch Regulieranlasser (Fig. 9) um 50% erniedrigt werden. Die Verringerung

Fig. 8.
Anlasser für Repulsionsmotoren von 0,5 PS.

Fig. 9.
Regulieranlasser für Repulsionsmotoren.

Fig. 10.
Anlasser für Repulsionsmotoren.

der Drehzahl läßt sich auch mit Vorteil durch Bürstenverschiebung erzielen, und zwar erreicht man dadurch bei Motoren unter 1 PS ebenfalls eine Verringerung der Drehzahl um 50 %, bei Motoren von größerer Leistung eine weitergehende Tourenverminderung bis auf etwa 500 Umdrehungen.

Die Umsteuerung erfolgt gleichfalls durch Bürstenverschiebung oder, wenn der Motor unzugänglich aufgestellt ist und eine Verbindung des Umschalthebels mit der Bürstenbrücke nicht ausführbar ist, unter Benutzung einer Hilfswicklung.

Bei Repulsionsmotoren, die für sehr feuchte Räume bestimmt sind, werden die Wicklungen mit Feuchtigkeitsschutz-Isolation versehen.

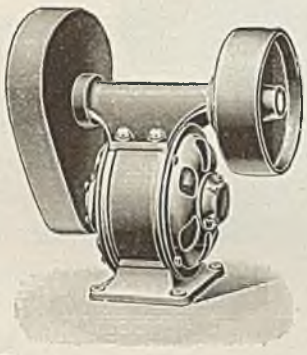


Fig. 11.

Zahnradvorgelege
für Induktions- und Repulsionsmotoren bis 1 PS.

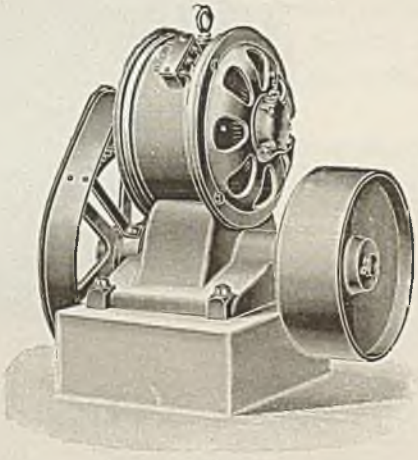


Fig. 12.
Zahnradvorgelege für Induktions- und Repulsionsmotoren über 1 PS.

Die Figuren 11 und 12 zeigen Zahnradvorgelege, wie sie in gleicher Weise für die Induktionsmotoren und Repulsionsmotoren zur Verwendung gelangen. Die normalen Übersetzungen liegen zwischen 1 : 2,7 und 1 : 6.

Einphasenstrom-Repulsionsmotoren

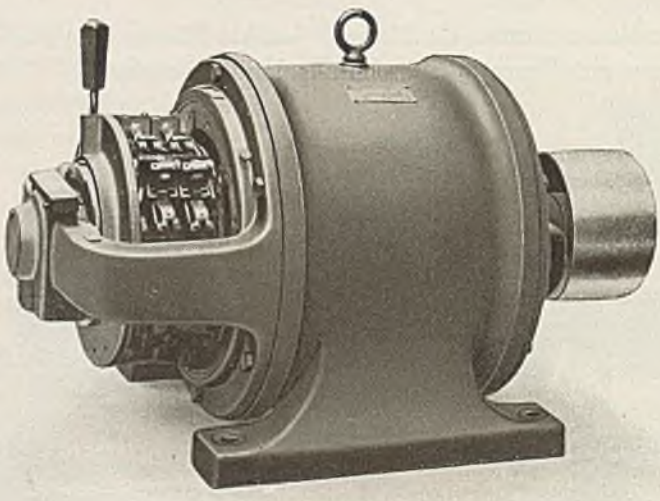


Fig. 1.
Einphasenstrom-Repulsionsmotor.

Durch die Konstruktion von Kommutatormotoren für Wechselstrom, die im Unterschied von den Einphasen-Induktionsmotoren mit hohem Drehmoment anlaufen und eine vorzügliche, sehr einfache Regelung der Drehzahl besitzen, wird neuerdings eine ausgedehnte Verwendung des Einphasenstromes für Kraftzwecke möglich, sei es, daß die Anlage, wie z. B. bei elektrischen Bahnen, für Einphasenstrom eingerichtet wird, oder daß die Einphasenmotoren an zwei Leitungen eines Drehstromnetzes angeschlossen werden. Die Siemens-Schuckertwerke haben durch die Ausbildung ihrer Reihenschlußmotoren und Repulsionsmotoren an dieser Entwicklung tätigen Anteil genommen. Von den genannten Motoren sollen im folgenden die Repulsionsmotoren näher beschrieben werden.

Der Repulsionsmotor (Fig. 1) nimmt unter den Wechselstrom-Kommutatormotoren dadurch eine besondere Stellung ein, daß dem rotierenden Teil überhaupt kein Strom von außen zugeführt wird.

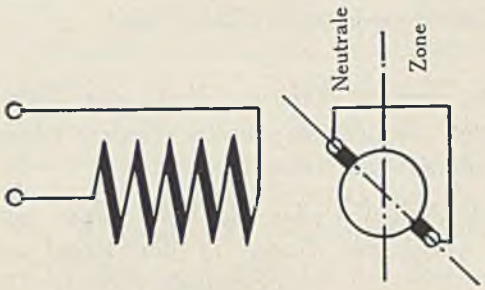


Fig. 2.

Schaltungsbild eines Repulsionsmotors mit einfachem Bürstensatz.

Daraus ergeben sich folgende praktisch sehr wertvolle Eigenschaften:

1. Der Motor läßt sich für alle gebräuchlichen Spannungen ausführen und unmittelbar an jedes Netz anschließen.
2. Die Bürsten können ohne jede Gefahr auch während des Betriebes bedient werden.

Der aktive Teil des Stators ist in der bei Wechselstrommaschinen üblichen Weise aus Blechen zusammengesetzt. Die Wicklung ist in Nuten des aktiven Eisens untergebracht und wie bei den Statoren der bekannten Einphasen - Induktionsmotoren derartig am Umfang verteilt, daß $^2/_3$ oder $^3/_4$ des Polbogens durch die Spulenseite bedeckt werden.

Der rotierende Teil ist ein Anker, der genau wie ein Gleichstromanker ausgeführt wird und wie dieser mit einem Kommutator versehen ist. Der Strom wird in dem über Bürsten kurzgeschlossenen Anker durch Transformatorwirkung vom Stator aus induziert.

Bei Stillstand stehen die Bürsten in der neutralen Zone (Fig. 2). In dieser Stellung fließt im Anker auch bei eingeschaltetem Stator kein Strom. Das Anlassen erfolgt dann in einfacher Weise dadurch, daß die Bürsten aus der neutralen Zone verschoben werden. Dabei tritt allmählich Strom im Anker auf, der Anker entwickelt ein mehr und mehr wachsendes Drehmoment, und schließlich läuft der Motor an.

Die Drehrichtung ist von der Richtung abhängig, in welcher die Bürsten aus der neutralen Zone verschoben werden, und zwar dreht sich der Rotor entgegen dem Sinne der Bürstenverschiebung. Durch einfaches Zurückstellen der Bürsten in die

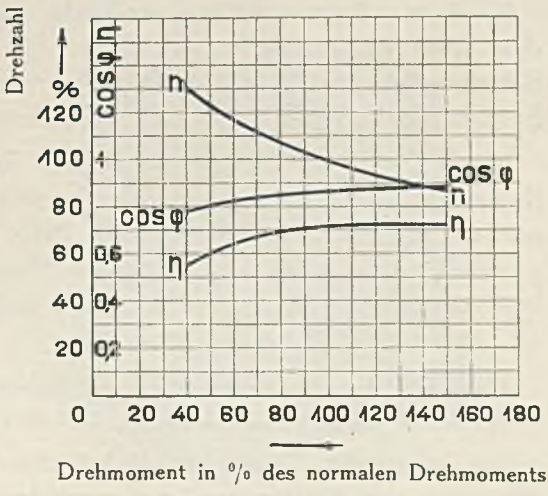


Fig. 3.

Drehzahl, Leistungsfaktor und Wirkungsgrad eines Repulsionsmotors von 7 PS in Abhängigkeit vom Drehmoment bei konstanter Bürstenstellung.

neutrale Zone und Verschiebung in entgegengesetztem Sinne wird es also möglich, den Motor umzusteuern.

Die Verschiebung der Bürsten erfolgt meist in einfacher Weise durch Verstellen eines Hebels; Anschaffungskosten für Anlaßapparate werden mithin erspart, und die Regelung ist äußerst einfach und feinstufig.

Die Motoren sind imstande, beim Anlaufen das 2,5-fache des normalen Drehmomentes zu entwickeln, wobei der Strom in der Regel auf das Doppelte des Normalstromes ansteigt.

Fig. 4.
Einphasen-Kleinmotor.

Die listenmäßigen Motoren der in Fig. 1 abgebildeten offenen Bauart werden für Leistungen von 4 bis 14 PS, für Spannungen von 120, 210 und 500 Volt und für Frequenzen von 40 bis 60 Perioden in der Sekunde gebaut. Die synchrone Drehzahl, bei der die Rotorgeschwindigkeit mit der Geschwindigkeit des im Motor auftretenden Drehfeldes übereinstimmt, ist je nach der Polzahl 750, 1000 oder 1500. Der Motor arbeitet am günstigsten bei einer Drehzahl, die 25 % unter der synchronen Drehzahl liegt. Es empfiehlt sich, den Motor so zu wählen, daß er bei dieser günstigsten Drehzahl am meisten benutzt wird.

Bei fester Bürstenstellung entspricht das Verhalten des Repulsionsmotors dem eines Reihenschlußmotors, d. h. die Drehzahl nimmt mit wachsender Belastung ab (vgl. Fig. 3). Das Anwendungsgebiet für Repulsionsmotoren ist daher das gleiche wie das für Gleichstrom-Reihenschlußmotoren.

Bei vollständiger Entlastung müssen Repulsionsmotoren, ebenso wie alle Reihenschlußmotoren, gegen Durchgehen gesichert werden. Repulsionsmotoren für Riemenantrieb werden daher mit einem Zentrifugalkurzschließer versehen, der beim Abgleiten des Riemens das Durchgehen des Motors verhindert. Der Motor läuft dann als Induktionsmotor mit konstanter Drehzahl weiter.

Wirkungsgrad und Leistungsfaktor nehmen, wie Fig. 3 zeigt, unter Voraussetzung konstanter Bürstenstellung mit steigender Belastung zu.

Bei konstanter Belastung wächst die Drehzahl mit zunehmender Verschiebung der Bürsten aus der neutralen Zone. Bemerkenswert ist dabei die geringe Veränderung des Wirkungsgrades innerhalb des Regelbereichs; bei Induktionsmotoren mit Regelung durch Widerstände ist ein gleich gutes Verhalten nicht erreichbar.

Der normale Regelbereich durch Bürstenverschiebung umfaßt bei konstant bleibendem Drehmoment eine Erhöhung der Drehzahl um 10% und eine Verringerung um 50% gegenüber der synchronen Drehzahl.

Beim Antrieb von Maschinen, deren Moment bei verminderter Drehzahl abnimmt, ergibt sich ein größerer Regelbereich, als er oben angegeben wurde. Er liegt z. B. beim Antrieb von Ventilatoren zwischen 10% oberhalb und 75% unterhalb der synchronen Drehzahl.

Die Motoren haben auf der Seite des Wellenstumpfes ein Lagerschild und auf der Kommutatorseite einen Lagerbügel mit Bürstenhalter. Die Riemenscheiben sind fliegend aufgesetzt. Der Zentrifugalkurzschließer wird, wenn er nötig ist, auf der entgegengesetzten Seite wie die Riemenscheibe angebracht.

Bei Motoren, die in sehr feuchten Räumen aufgestellt werden sollen, werden die Wicklungen mit Feuchtschutz versehen.

Das Anwendungsgebiet der beschriebenen Repulsionsmotoren erstreckt sich auf den Antrieb von Ventilatoren, Zentrifugalpumpen, Hauswasserpumpen, Hebezeugen, Schiebebühnen, Druckmaschinen und Aufzügen. Die Typen mit Zentrifugalkurzschließern eignen sich auch zum Antrieb von Werkzeugmaschinen mit konstanter Drehzahl.

Außer den beschriebenen Ausführungen werden Repulsionsmotoren auch als Einphasen - Kleinmotoren gebaut (Fig. 4), und zwar für Leistungen von 1/8 bis 3 PS (vgl. S. 28.)

Eine besondere, ventiliert gekapselte Ausführung des Einphasen - Repulsionsmotors ist in Fig. 5 abgebildet. Diese Motoren werden listenmäßig für Leistungen von 3 bis 14 PS gebaut.

Endlich sind noch die vollständig geschlossenen einphasigen Aufzugsmotoren zu erwähnen, die als Repulsionsmotoren anlaufen und nach Erreichung einer bestimmten Drehzahl als Induktionsmotoren weiterlaufen.

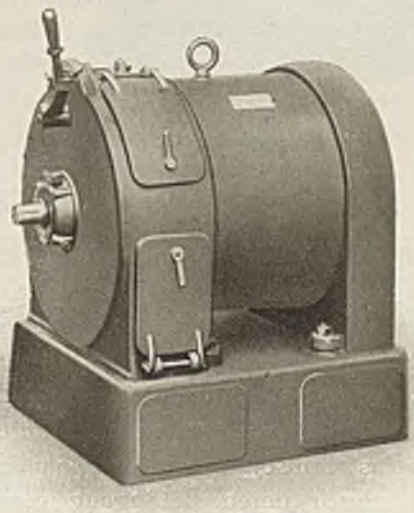


Fig. 5.
Ventiliert gekapselter Repulsionsmotor.

Anlasser für angestrengtere Betriebe

Für angestrengtere Betriebe, in denen die Anlasser größeren Anforderungen gewachsen sein müssen, sind besondere Stufenschalter für häufiges Anlassen oder Anlasser in Form von Anlaßwalzen erforderlich. Im folgenden sollen die von den Siemens-Schuckertwerken ausgebildeten Ausführungen von normalen Anlassern für angestrengtere Betriebe näher beschrieben werden.

Regulieranlasser für häufiges Anlassen von Gleichstrom- und Drehstrommotoren

Fig. 1.
Regulieranlasser
für häufiges Anlassen,
mit Schutzkappe.

Fig. 2.
Regulieranlasser
für häufiges Anlassen,
Schutzkappe abgenommen.

Die in Fig. 1 und 2 abgebildeten Regulieranlasser sind für häufiges Ein- und Ausschalten, wie es z. B. beim Betriebe von Druckerpressen vorkommt, bestimmt. Gerade im Druckereibetrieb werden an die Anlasser besondere Anforderungen gestellt, da die Druckerpresse beim Einrichten der Maschine oder bei Störungen, die z. B. durch Spießen der Druckform oder durch Zerknittern des Papiers auftreten können, häufig stillgesetzt werden muß. Das Stillsetzen wird gewöhnlich durch eine Hand- oder Fußbremse bewirkt, durch deren Betätigung gleichzeitig der Anlasser in seine Nullstellung zurückgeführt wird.

Zur Verbindung des Stufenschalters mit dem Gestänge der mechanischen Bremse wird hinten auf der Anlasserwelle eine zweite Kurbel angebracht.

Für Fernantrieb wird nach Abnehmen der Hauptkurbel ein Ketten- oder Zahnrad auf die Anlasserwelle gesetzt, oder der Hebel des Anlassers wird mit dem Gestänge der Presse verbunden.

Auf Wunsch werden Stufenschalter und Anlaßwiderstand getrennt geliefert, damit die Montierung des Stufenschalters am Maschinenrahmen der Druckerpresse leichter erfolgen kann. Der Anlasser wird stets in senkrechter Lage montiert.

Die Anlasser werden für Motorleistungen von 0,5 bis 5 PS und für Spannungen von 110 bis 600 Volt gebaut. Sie ermöglichen bei Gleichstrom eine Regelung der Drehzahl um 40 % abwärts und 15 % aufwärts, bei Drehstrom eine Regulierung um 50 % abwärts.

Anlaßwalzen

Die in Fig. 3 bis 5 abgebildeten Anlaßwalzen gestatten ebenso wie die oben beschriebenen Regulieranlasser ein häufiges Ein- und Ausschalten. Sie werden daher mit Vorteil beim Betrieb von schweren Werkzeugmaschinen, größeren Druckerpressen, Richtmaschinen, Blechbiegemaschinen, Sägen, Scheren usw. verwendet.

Die Anlaßwalzen, die nach Art der im Kranbetrieb gebräuchlichen Steuerwalzen gebaut sind, besitzen eine Schaltwalze mit Schaltringen und federnde Kontakthämmer. Alle Teile, die der Abnutzung unterworfen sind, können leicht ausgewechselt werden. Das Schaltwerk ist durch einen Blechmantel abgedeckt, so daß eine Berührung stromführender Teile unmöglich gemacht wird. Die Anlaßwalzen werden in stehender oder liegender Form gebaut.

Wenn eine Umkehrung der Drehrichtung des Motors erforderlich ist, erhalten die Anlaßwalzen eine Umschaltwalze, die in das Gehäuse der Anlaßwalze eingebaut ist und besonders bedient wird. Die Umschaltwalze ist so mit der Haupwalze verriegelt, daß sie nur bei ausgeschalteter Hauptwalze bedient werden kann. Dadurch wird ein Kurzschluß, der durch Umlegung der Umschaltwalze bei eingeschaltetem Motor erfolgen würde, verhindert.

Wenn die Betätigung zweier getrennter Organe für das Anlassen und Umsteuern nicht gewünscht wird, kann der Umschalter auch so ausgebildet werden, daß das Anlassen und Umschalten durch ein einziges Steuerorgan erfolgt.

Die Anlaßwiderstände werden getrennt von der Anlaßwalze angeordnet. Sie können, wenn es erforderlich ist, mit einer regensicheren Abdeckung versehen werden.

Gleichstrom-Anlaßwalzen dienen hauptsächlich zum Anlassen von Nebenschlußmotoren. Der Nebenschlußstrom wird dabei an der Walze selbst ausgeschaltet, so daß ein besonderer Magnetausschalter entbehrlich wird. Wenn für eine Änderung der Drehzahl Motoren mit Feldregelung verwendet werden, so werden die Anlaßwalzen auch vereinigt mit Nebenschlußregler

geliefert. Die Drehzahl kann dann allmählich bis um 15, 100 oder 200% erhöht werden. Auf Wunsch werden die Anlaßwalzen auch für Hauptstromregelung eingerichtet.

Gleichstrom-Anlaßwalzen können mit einem Minimalschütz oder mit einem Maximal- und Minimalschütz elektrisch in Verbindung gebracht werden. Das Minimalschütz schaltet den Motor beim Rückgang der Netzspannung ab und verhindert, daß der Motor, der beim Ausbleiben der Netzspannung stillgesetzt ist, beim Wiederkehren der Netzspannung einen zu starken Strom erhält. Das Maximalschütz schaltet den Motor bei einer bestimmten

Fig. 3.
Anlaßwalze
für Drehstrom.

Fig. 4.
Anlaßwalze mit Umschalter
für Gleichstrom.

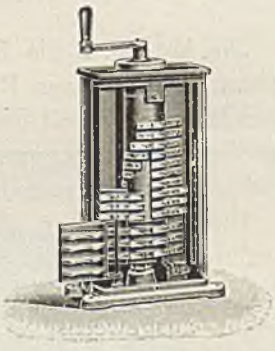


Fig. 5.
Anlaßwalze für Drehstrom,
Schutzkappe abgenommen.

Belastung ab. Bei Anordnung eines Maximal- oder Minimalschützes wird vorgesehen, daß der Motor erst wieder eingeschaltet werden kann, wenn die Anlaßwalze in die Nullstellung zurückgedreht ist. Das Schütz wird getrennt von der Anlaßwalze hängend montiert und kann auch für bereits aufgestellte Anlaßwalzen nachträglich angebracht werden. Die Auslösung kann auch aus beliebiger Entfernung oder von mehreren Stellen aus durch Druckknopf erfolgen.

Gleichstrom-Anlaßwalzen werden für Anlaßleistungen von 8 bis 160 PS geliefert.

Drehstrom-Anlaßwalzen, die ähnlich wie die Anlaßwalzen für Gleichstrommotoren gebaut sind, dienen zum Anlassen von Drehstrommotoren mit Schleifringrotor bei Anlaßleistungen von 5 bis 80 PS. Bei Spannungen bis 500 Volt kann die Einrichtung so getroffen werden, daß der Statorstrom durch einen eingebauten dreipoligen Primärschalter an der Walze selbst unterbrochen wird. Die Anlaßwalzen werden auch für Abwärtsregelung der Drehzahl geliefert. Die Anordnung eines Minimalschützes ist ebenso wie bei Gleichstrom möglich.

Selbstanlasser für Gleichstrom- und Drehstrommotoren

Selbstanlasser kommen zur Verwendung, wenn ein elektrischer Antrieb nur zeitweise in Tätigkeit ist oder der Betrieb ohne ständige Bedienung durchgeführt werden soll, oder endlich, wenn ein Motor von einer entfernten Stelle aus einzuschalten ist.

Hauptsächlich werden Selbstanlasser für elektrisch betriebene Behälter- oder Preßwasserpumpen und Kompressoren verwendet, und zwar, um den Wasserstand eines Behälters, den Stand eines Druckwasserbehälters oder den Druck eines Windkessels innerhalb gewisser Grenzen selbsttätig konstant zu halten. Der Betrieb ist dabei von der Zuverlässigkeit des Personals unabhängig und die Betriebskosten verringern sich erheblich gegenüber dem Anlassen von Hand.

Fig. 1.
Kontaktapparat.

Fig. 2.
Druckluftschalter.

Kontaktapparate

Das Anlassen des Motors wird durch einen Kontaktapparat (Fig. 1 bis 4) eingeleitet, durch den entweder der Motor selbst unter allmählichem Kurzschließen des Anlaßwiderstandes angelassen oder ein Hilfsmotor zur Drehung der Anlasserbürsten des Hauptmotors eingeschaltet wird. Die Verwendungsgebiete der einzelnen Kontaktapparate sind auf den folgenden Seiten angegeben.

Wenn ein Behälter voll oder leer zu pumpen ist, dient zur Einleitung der Schaltbewegung ein Schwimmer (Fig. 5), während bei hydraulischen Akkumulatoren die Anordnung in Fig. 6 verwendet wird. Die Bewegung des Kontaktgebers wird durch

Fig. 3.
Endausschalter unter Öl.

Fig. 4.
Kontaktmanometer.

Anschlag, Seilklemmen usw. auf den Mitnehmerhebel des Kontaktapparates übertragen.

In Preßwasser- und Druckluftanlagen mit Windkesseln benutzt man die Druckdifferenzen im Windkessel, um die Schaltbewegung durch ein Kontaktmanometer (Fig. 4) mit Zwischenrelais und Fernschalter einzuleiten. Das Druckverhältnis läßt sich am Kontaktmanometer durch einen Schlüssel an Ort

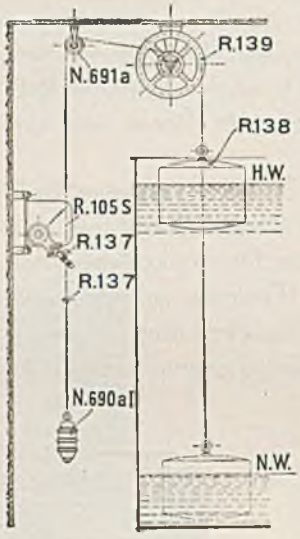


Fig. 5.
Betätigung des Kontaktapparates durch Schwimmer.

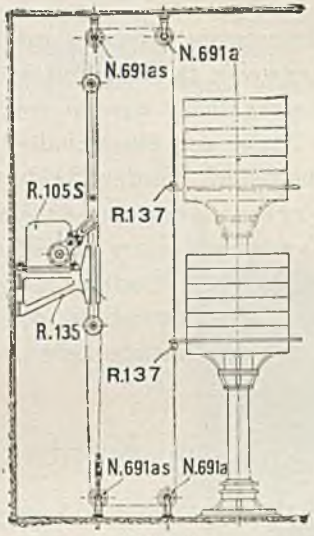


Fig. 6.
Betätigung des Kontaktapparates durch Druckwasserbehälter.

und Stelle einstellen. Die untere Grenze kann zwischen 0 und 60% des Maximaldruckes, die obere Grenze zwischen 30 und 100% des Maximaldruckes gewählt werden. Das Manometer wird auch für Unterdruck geliefert. Der Druckluftschalter (Fig. 2) dient ebenfalls zur Einleitung der Schaltbewegung, er ist jedoch nur für Druckluftanlagen und zwar bei Drucken von 1,5 bis 30 Atmosphären zu verwenden. Die kleinste Druckdifferenz beträgt 0,75 Atmosphären.

Selbsttätiges Einschalten ohne Anlasser

Für elektrisch betriebene Behälter- oder Preßwasserpumpen mit Anlaßleistungen bis etwa 2 PS bei Gleichstrom und 3 PS bei Drehstrom oder, wenn größere Spannungsschwankungen im Netz zugelassen werden, bis 4 PS bei Gleichstrom und 10 PS bei Drehstrom kann zuweilen ein besonderer Anlasser in Wegfall kommen. In den Ankerkreis des Motors wird dann ein fester Widerstand gelegt, der auch während des Betriebes eingeschaltet bleibt. Dadurch verringern sich Spannung, Drehzahl und Wirkungsgrad bei normalem Lauf je um etwa 15%.

Relais-Selbstanlasser

Die Relais-Selbstanlasser für Gleichstrommotoren bis 0,75 und 2 PS (Fig. 7) dienen zum Antrieb von Behälterpumpen und Preßwasserpumpen mit Akkumulator. Sie enthalten Relaisspulen, die parallel zum Anker des Motors geschaltet sind. Sobald mit zunehmender Drehzahl die Spannung an den Bürsten des Motors steigt, werden die Anker der Relaisspulen nacheinander angezogen und dadurch die Widerstandsstufen des Anlassers nach und nach kurzgeschlossen. In Verbindung mit dem Relais-Selbstanlasser wird der in Fig. 1 abgebildete Kontaktapparat verwendet.

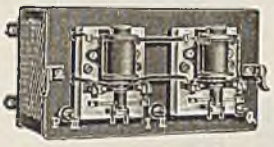


Fig. 7.
Relais-Selbstanlasser.
Schutzkappe abgenommen.
Maßstab 1 : 10.

Selbstanlasser mit Riemenantrieb

Die Selbstanlasser mit Riemenantrieb (Fig. 8) für elektrisch betriebene Behälterpumpen oder Preßwasserpumpen mit Akkumulator sowie für Druckluftpumpen kommen bei Gleichstrom für Anlaßleistungen von 5 bis 30 PS und bei Drehstrom für Anlaßleistungen von 5 bis 40 PS zur Verwendung. Sie besitzen einen Schwungkraftregler, der durch Riemen von dem anzulassenden Motor angetrieben wird und mit zunehmender Drehzahl die Widerstandsstufen des Anlassers ausschaltet. Selbstanlasser mit Riemenantrieb eignen sich besonders für intermittierende Betriebe.

Da der Anlaufstrom mit Rücksicht auf ein sicheres Anlaufen des Motors doppelt so stark ist wie der Betriebsstrom, so können größere Motoren (etwa von 10 PS an) nur dann mit Selbstanlassern für Riemenantrieb versehen werden, wenn die beim Einschalten auftretenden Spannungsschwankungen zugelassen werden.

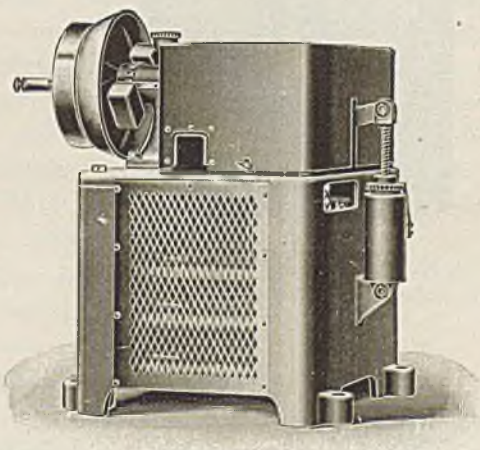


Fig. 8.
Selbstanlasser mit Riemenantrieb.
Maßstab 1 : 10.

Als Kontaktapparate dienen für Behälterpumpen und Preßwasserpumpen mit Akkumulator die Apparate in Fig. 1 u. 3, für Druckluftpumpen der Druckluftschalter Fig. 2.

Selbstanlasser mit Hilfsmotor

Selbstanlasser mit Hilfsmotor werden für Behälterpumpen, Preßwasserpumpen mit Akkumulator und Druckluftanlagen verwendet, wenn starke Ströme beim Einschalten vermieden werden sollen oder der Anlasser in größerer Entfernung vom Motor aufgestellt wird. Für selbsttätiges Anlassen großer Motoren bis zu Leistungen von 150 und 200 PS kommt ausschließlich ein Selbstanlasser mit Hilfsmotor in Frage.

Fig. 9.
Primär-Relais für kleine Leistungen.
Schutzkappe abgenommen.
Maßstab 1 : 10.

Fig. 10. Selbstanlasser mit Hilfsmotor für Anlaßleistungen bis 20 und 30 PS.
Maßstab 1 : 15.

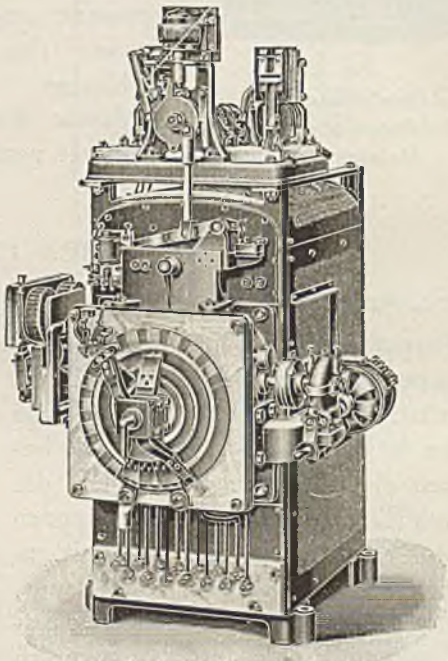


Fig. 11. Selbstanlasser mit Hilfsmotor für Anlaßleistungen bis 150 und 200 PS.
Schutzkappen abgenommen. Maßstab 1 : 17.

Außerdem dienen Selbstanlasser mit Hilfsmotor zum selbsttätigen Anlassen von Preßwasseranlagen mit Windkesseln. Selbstanlasser mit Hilfsmotor sind mit einem Relais versehen, das den Motor bei Rückgang der Netzspannung selbsttätig abschaltet und bei Wiederkehr der vollen Spannung wieder einschaltet. Das Relais wird bei dem Anlasser für kleinere Leistungen getrennt montiert (Fig. 9 und 10), bei der größeren Ausführung (Fig. 11) direkt angebaut.

Als Kontaktapparat dienen für Behälterpumpen oder Preßwasserpumpen mit Akkumulator der Schnappschalter in Fig. 1, für Druckluftanlagen die Kontaktapparate in Fig. 2 und 4 sowie in Preßwasseranlagen mit Windkesseln das Manometer in Fig. 4.

Überspannungsschutz für Hochspannungs-Anlagen bis 20000 Volt

Hörnerableiter

Die Hörnerableiter (Fig. 1) dienen zum Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen, die durch elektrostatische Induktion infolge atmosphärischer Vorgänge sowie durch betriebsmäßiges Aus- und Einschalten und durch Isolationsfehler auftreten.

Fig. 1.
Hörnerableiter.

Die Hörnerableiter werden zwischen die einzelnen Leitungen der zu schützenden Anlage sowie zwischen Leitung und Erde geschaltet. Der Ausgleich einer Überspannung erfolgt dadurch, daß die Luftstrecke des Hörnerableiters durchschlagen und so der mit dem Hörnerableiter in Reihe geschaltete Dämpfungswiderstand (siehe unten) eingeschaltet wird. Der durch die Betriebsspannung erzeugte Lichtbogen, welcher der Entladung nachfolgt, steigt infolge dynamischer Wirkung rasch und sicher an den Hörnern empor und wird dadurch zum Erlöschen gebracht. Da sich sein Widerstand mit zunehmender Länge vergrößert und die Unterbrechung des durch den Lichtbogen gebildeten Stromkreises daher ganz allmählich geschieht, so werden gefährliche Überspannungen, wie sie beim plötzlichen Unterbrechen eines Stromes auftreten, vermieden.

Bei niederen Betriebsspannungen müßte die Schlagweite von Hörnerableitern derartig gering eingestellt werden, daß durch Fremdkörper oft ein unzeitiges Ansprechen verursacht werden könnte und die Hörner leicht zusammenbrennen würden. An Stelle von einfachen Hörnerableitern verwendet man daher in Anlagen mit niedrigen Betriebsspannungen zweckmäßig Relais-Hörnerableiter (Fig. 2), die mit größerer Schlagweite arbeiten und die erforderliche Empfindlichkeit durch ein Relais erhalten (D. R. P.). Das Relais besteht aus einem besonderen Schwingungskreis, durch welchen die Überspannung an den Hörnern soweit erhöht wird, daß die Funkenstrecke auch bei größerer Einstellung durchschlagen wird.

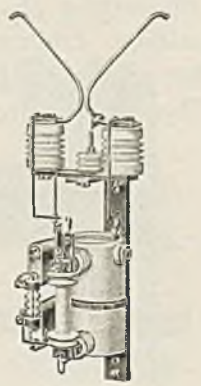


Fig. 2.
Relais-Hörnerableiter.

Dämpfungswiderstände

Die Dämpfungswiderstände dienen dazu, beim Ansprechen eines Hörnerableiters oder Relais-Hörnerableiters die Überspannungsenergie in Wärme umzusetzen und dadurch unschädlich zu machen. Zugleich begrenzen sie die Stärke des Betriebsstromes, der nach erfolgtem Überschlag in dem zwischen den Hörnern des Ableiters entstehenden Lichtbogen fließt. Beim Entstehen des Lichtbogens sinkt daher die Netzspannung nur unbedeutend. Dämpfungswiderstände werden ein-, zwei- oder dreipolig gebaut und entweder für längere oder kurzzeitige Einschaltung ausgeführt.

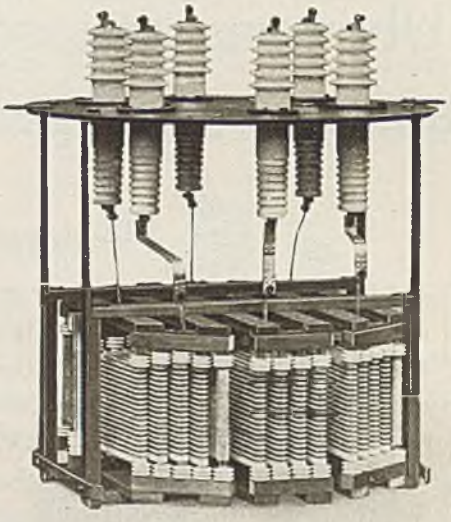


Fig. 3.
Dämpfungswiderstand für längere Einschaltung (Ölwiderstand), aus dem Ölkessel herausgenommen.

Dämpfungswiderstände für längere Einschaltung (Fig. 3) sind erforderlich für Hörnerableiter und Relais-Hörnerableiter, die empfindlich eingestellt sind und gegebenenfalls längere Zeit hindurch arbeiten. Diese Dämpfungswiderstände sind als Ölwiderstände ausgeführt und können 5 Minuten lang eingeschaltet sein, ohne daß das Öl zu stark erwärmt wird. Die Zeit von 5 Minuten hat sich im allgemeinen als ausreichend erwiesen. Um jedoch auf alle Fälle eine übermäßige Erhitzung des Öls auszuschließen, sind in die einzelnen Stromkreise Temperatursicherungen eingeschaltet, die bei etwa 180° abschmelzen. Das Abschmelzen wird durch eine Kennscheibe am Ölgefäß angezeigt; auch kann ein Läutewerk vorgesehen werden, das durch ein Kontaktthermometer betätigt wird, wenn die Öltemperatur die zulässige Grenze zu überschreiten droht.

Fig. 4.
Dämpfungswiderstand für kurzzeitige Einschaltung (Emailwiderstand).

Für Hörnerableiter, die weniger empfindlich eingestellt sind, und bei denen

daher nicht anzunehmen ist, daß sie längere Zeit unausgesetzt arbeiten, werden Dämpfungswiderstände für kurzzeitige Einschaltung (Emailwiderstände) verwendet (Fig. 4). Sie werden, wenn es sich um höhere Betriebsspannungen handelt, außer in der gestreckten Form auch in kurzer Ausführung mit zwei parallel zueinander liegenden Hälften gebaut.

Schutzdrosselspulen

Die Schutzdrosselspulen (Fig. 5), die eine Ergänzung der vorstehend aufgeführten Schutzvorrichtung bilden, haben den Zweck, Überspannungswellen aufzuhalten, bis diese durch die übrigen Schutzvorrichtungen vernichtet sind. Sie werden hauptsächlich wichtigen Maschinen und Transformatoren vorgeschaltet, sowie Kabelstrecken, die in Freileitungsnetze eingefügt sind. Damit sie hier ihre Aufgabe voll erfüllen können, sind sie so gebaut, daß sie eine hohe Schutzwirkung ausüben. Die Schutzdrosselspulen werden bis 20000 Volt ein-, zwei- und dreipolig ausgeführt.

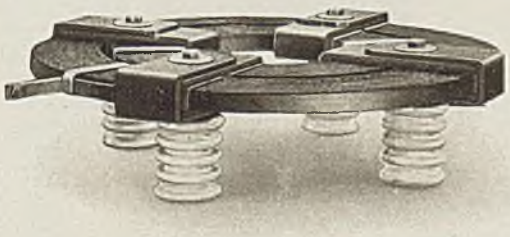


Fig. 5. Einpolige Schutzdrosselspule.

Erdungswiderstände, Erdungsdrosselspulen, Wasserstrahlerder

Zur ständigen Ableitung statischer Ladungen aus Anlagen mit Freileitungen werden, meistens im Kraftwerk, die Leitungen durch einen sehr hohen Ohmschen oder induktiven Widerstand dauernd mit der Erde verbunden. Apparate für diese Zwecke sind Erdungswiderstände, Erdungsdrosselspulen und Wasserstrahlerder.

Die Erdungswiderstände (Fig. 6) sind wie die oben beschriebenen Emailwiderstände gebaut, haben aber einen erheblich höheren Widerstand. Sie werden nur einpolig für Polerdung und Nullpunkterdung ausgeführt, und zwar für mittlere Hochspannungen. Die größeren Ausführungen werden, wie die Emaildämpfungswiderstände, außer in der gestreckten Form auch in kurzer Bauart geliefert.

Die Erdungsdrosselspulen (Fig. 7) stellen hohe induktive Widerstände dar. Sie werden einpolig und mehrpolig ausgeführt und im Gegensatz zu den Erdungs-

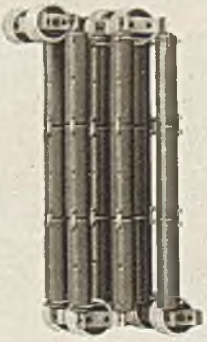


Fig. 6.
Erdungswiderstand.

widerständen auch für höhere Spannungen gebaut. Der Eigenverbrauch ist bei ihnen noch geringer als bei Erdungswiderständen. Auch die Erdungsdrosselspulen werden entweder an die Sammelschienen oder an die Nullpunkte der Generatoren und Transformatoren angeschlossen. Die Erdungsdrosselspulen besitzen Sekundärwickelungen, an die Spannungszeiger angeschlossen werden können. Zur Kontrolle der Spannungen gegen Erde empfehlen sich Kontaktvoltmeter, die nicht nur durch ihren Ausschlag, sondern auch durch Schließen eines Alarmstromkreises Erdschlüsse sofort anzeigen.

Fig. 7.
Erdungsdrosselspule.

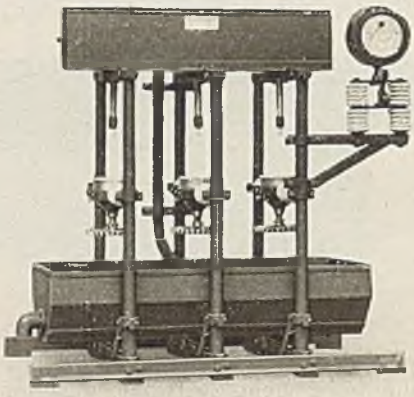


Fig. 8.
Wasserstrahlerder.

Bei den Wasserstrahlerdern (Fig. 8) wird der Erdungswiderstand durch Wasserstrahlen gebildet. Je nach der Leitfähigkeit des Wassers werden Apparate mit einfachem Wasserstrahl oder mit zwei übereinander angeordneten, parallel geschalteten Wasserstrahlen verwendet. Die Stärke des durch den Apparat fließenden elektrischen Stroms wird durch ein Amperemeter angezeigt; sie kann durch Veränderung der Länge des Wasserstrahls eingestellt werden. Wenn die Speisung des Apparats von der Druckwasserleitung zu teuer oder das vorhandene natürliche Wasser nicht geeignet ist, so wird destilliertes Wasser oder Regenwasser verwendet, das durch geeignete Zusätze leitend gemacht wird. In einem solchen Falle wird eine Pumpe vorgesehen, die das niederfließende Wasser in dauerndem Kreislauf in die Höhe pumpt.

Wasserstrahlerder werden für Betriebsspannungen über 5000 Volt gebaut. Sie fordern im Gegensatz zu den Erdungswiderständen eine sorgfältige Wartung. Auch kann eine etwaige Veränderlichkeit der Leitfähigkeit des Wassers Schwierigkeiten machen. Im allgemeinen sind daher Erdungswiderstände und Erdungsdrosselspulen vorzuziehen.

Bogenlampen für indirekte Beleuchtung

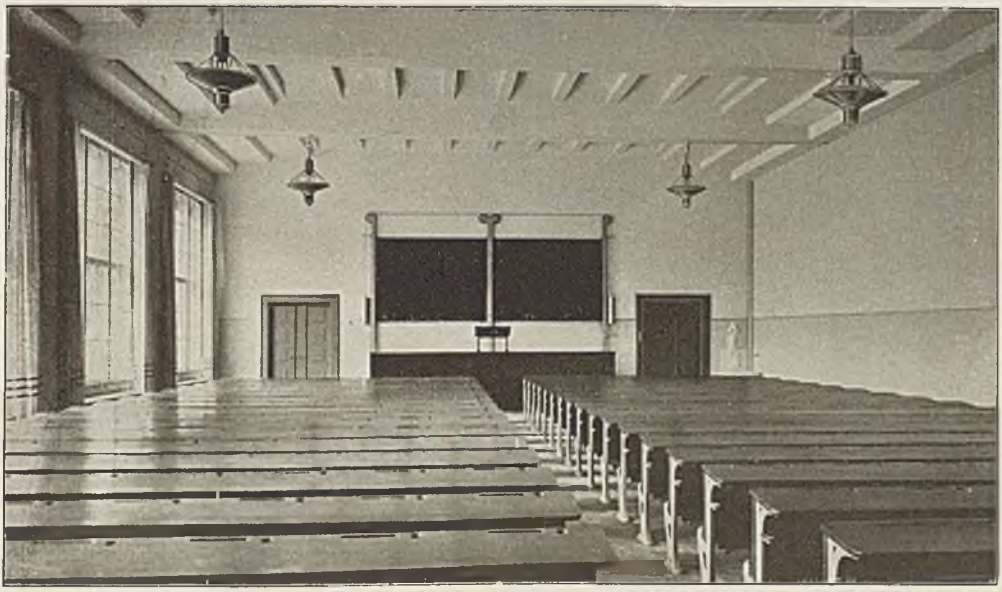


Fig. 1.
Bogenlampen für ganz indirekte Beleuchtung im Hörsaal einer Universität.

Die indirekte Beleuchtung von Innenräumen mit Bogenlampen findet in ausgedehntem Maße in solchen Fällen Verwendung, in denen auf Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung und schattenfreie Beleuchtung Wert gelegt wird und eine blendende Wirkung der Lichtquelle vermieden werden soll. Das Verwendungsgebiet der Bogenlampen für indirekte Beleuchtung erstreckt sich auf Zeichensäle, Galerien und Museen, Schul-, Bureau- und Geschäftsräume, sowie auf eine Reihe von gewerblichen und industriellen Betrieben. Speziell der Einführung der indirekten elektrischen Beleuchtung in Schulräumen bringen Behörden, Hygieniker, Ärzte und Schulfachmänner überall das lebhafteste Interesse entgegen. — Hat der zu beleuchtende Raum eine weiße Decke, so dient diese neben den weißen Wänden als Reflektor. Andernfalls erhalten die

Lampen oberhalb des Lichtpunktes noch einen besonderen Reflektor, der das nach oben gesandte Licht wieder nach unten wirft. Der Nachteil des Lichtverlustes bei der Reflexion wird in den Fällen, in denen in bezug auf Gleichmäßigkeit der Beleuchtung und Wegfallen jeder Schatten- und Blendwirkung hohe Ansprüche gestellt werden müssen, durch die Vorteile der indirekten Beleuchtung vollständig aufgehoben.

Bogenlampen für ganz indirekte Beleuchtung

Fig. 2. Gleichstrom-Bogenlampe für ganz indirektes Licht. Umgekehrte Kohlenstellung.

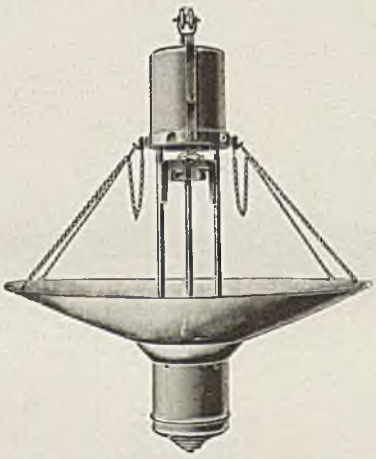


Fig. 3. Bogenlampe für ganz indirektes Licht. Normale Kohlenstellung. Für Gleich- und Wechselstrom.

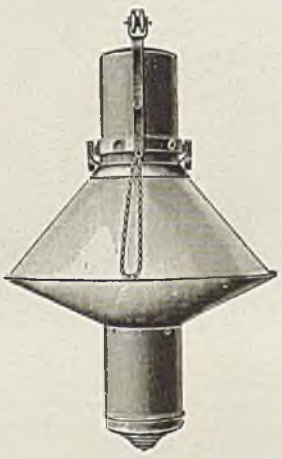


Fig. 4. Wechselstrom-Bogenlampe für ganz indirektes Licht.

Von den Bogenlampen für ganz indirekte Beleuchtung besitzt die in Fig. 3 abgebildete Lampe mit normaler Kohlenstellung, die in gleicher Weise für Gleichstrom und Wechselstrom verwendet wird, einen unteren Reflektor, der dazu bestimmt ist, das von der oberen Kohle ausgesandte Licht an die Decke zu werfen. Die Lampen sind also nur in Räumen mit weißer Decke zu verwenden. Die obere Kohle ist bei Gleichstrom wie auch sonst allgemein üblich, positiv, die untere negativ. Da bei Gleichstromlampen die Hauptmenge des Lichtes von dem Krater der positiven Kohle ausgeht, so wird bei der beschriebenen Lampe das Licht größtenteils doppelt reflektiert.

Die Lampe eignet sich für Zeichen- und Hörsäle, Bureau- und Geschäftsräume, Druckereien und Stickereien. Fig. 1 zeigt die Beleuchtung eines Hörsaales der Universität München mit derartigen Bogenlampen für ganz indirektes Licht.

In vielen Fällen werden für ganz indirekte Beleuchtung Gleichstrom-Bogenlampen mit umgekehrter Kohlenstellung verwendet (Fig. 2). Bei diesen Lampen steht im Gegensatz zu der sonst üblichen Anordnung die positive Kohle unten. Ihr Krater, von dem die Hauptmenge des Lichtes ausgeht, sendet dann das Licht unmittelbar nach oben, so daß im Unterschied von der Lampe in Fig. 3 eine doppelte Reflexion des Lichtes der positiven Kohle vermieden wird.

Fig. 5.
Beleuchtung eines Bureauraumes durch Gleichstrom-Bogenlampen für ganz indirektes Licht (umgekehrte Kohlenstellung).

Die Lampen mit umgekehrter Kohlenstellung zeigen sich hinsichtlich der Größe des Beleuchtungsbereiches den in Fig. 3 abgebildeten Lampen mit normaler Kohlenstellung überlegen. Wenn dennoch der Lampe mit normaler Kohlenstellung in vielen Fällen der Vorzug gegeben wird, so liegt dies daran, daß sich diese Lampe durch große Ruhe des Lichtes auszeichnet. Bei der Lampe mit umgekehrter Kohlenstellung wird die Ruhe des Lichtes dadurch etwas beeinträchtigt, daß hin und wieder flüssige Teilchen von der oberen negativen Kohle in den Krater der unteren positiven Kohle fallen.

Die Lampe mit umgekehrter Kohlenstellung eignet sich für Werkstätten sowie für Bureau- und Geschäftsräume (vgl. Fig. 5) und überhaupt für solche Fälle, in denen eine geringe Unruhe des Lichtes nicht stört.

Zur Verwendung in Spinnereien und Webereien erhält die in Fig. 2 abgebildete Bogenlampe mit umgekehrter Kohlenstellung eine Klarglasabdeckung, die zur Sicherung gegen Feuersgefahr sowie zum Schutze der Lampe gegen Staub dient und gleichzeitig eine Störung des Lichtbogens durch Zugluft ausschließt. Die Abdeckung beeinträchtigt das Beleuchtungsbereich nur in geringem Maße.

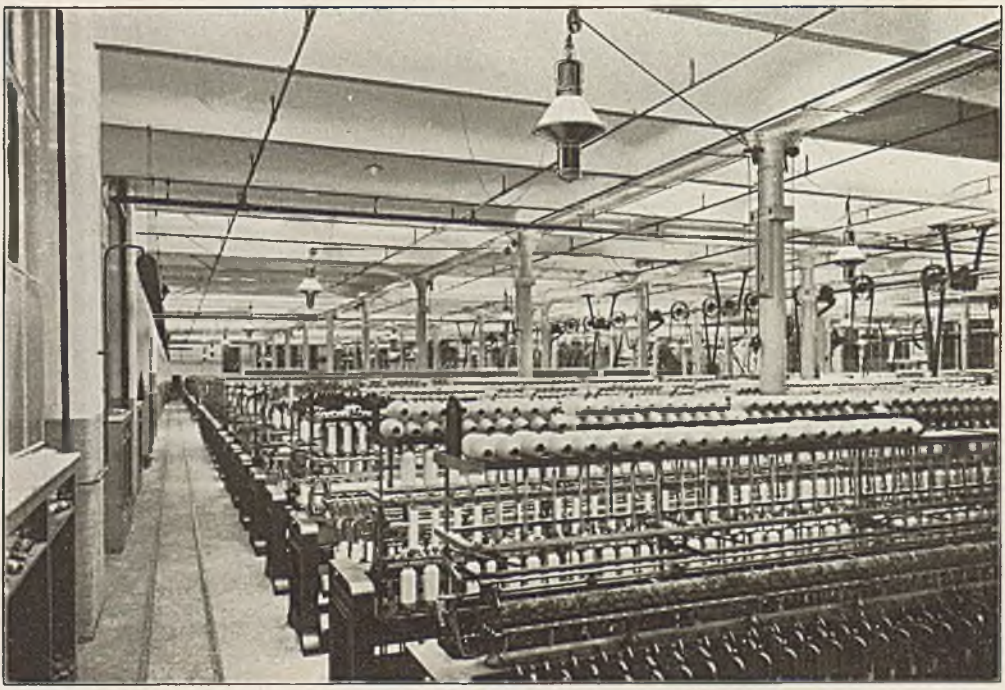


Fig. 6.

Beleuchtung einer Spinnerei durch Bogenlampen für ganz indirektes Licht.

In den Fällen, in denen keine weißen Decken vorhanden sind, erhalten die Lampen mit umgekehrter Kohlenstellung oben einen Reflektor, durch den das von der unteren Kohle nach oben ausgesandte Licht wieder nach unten geworfen wird. Das Beleuchtungsbereich der Lampen ist dann allerdings geringer, als wenn die Decke des Raumes den Reflektor bildet.

Steht nur Wechselstrom zur Verfügung, so wird in Spinnereien und Webereien die in Fig. 4 abgebildete Lampe verwendet, die mit einem unteren Reflektor und mit Mattglasabdeckung versehen ist. Wenn keine weiße Decke vorhanden ist, erhält die Lampe noch einen oberen Reflektor.

Bogenlampen für halbindirekte Beleuchtung

Fig. 7. Bogenlampe für halbindirektes Licht.

Von den Bogenlampen für halbindirekte Beleuchtung sind die in Fig. 7 und 9 bis 11 abgebildeten Typen in gleicher Weise für Gleichstrom und Wechselstrom zu benutzen. Die positive Kohle bei Gleichstrom steht oben, wie bei den Bogenlampen für direkte Beleuchtung. Die Lampen tragen unten einen halbdurchlässigen Reflektor oder eine Opalglasschale. Ein Teil des von der oberen Kohle ausgesandten Lichtes dringt durch den Reflektor oder die Glasschale direkt nach unten, während ein anderer Teil nach oben reflektiert und von dort wieder nach unten zurückgeworfen wird.

Das Verwendungsgebiet der Lampe in Fig. 7 erstreckt sich auf Arbeitssäle, Schulräume, Bildergalerien und Museen, verschiedene Werkstätten usw. So fanden diese Lampen in dem in Fig. 8 abgebildeten Laboratorium der Technischen Mittelschule in Berlin Verwendung. Wo eine weiße Decke fehlt, erhält die Lampe einen oberen Reflektor. (Vgl. Fig. 10.)

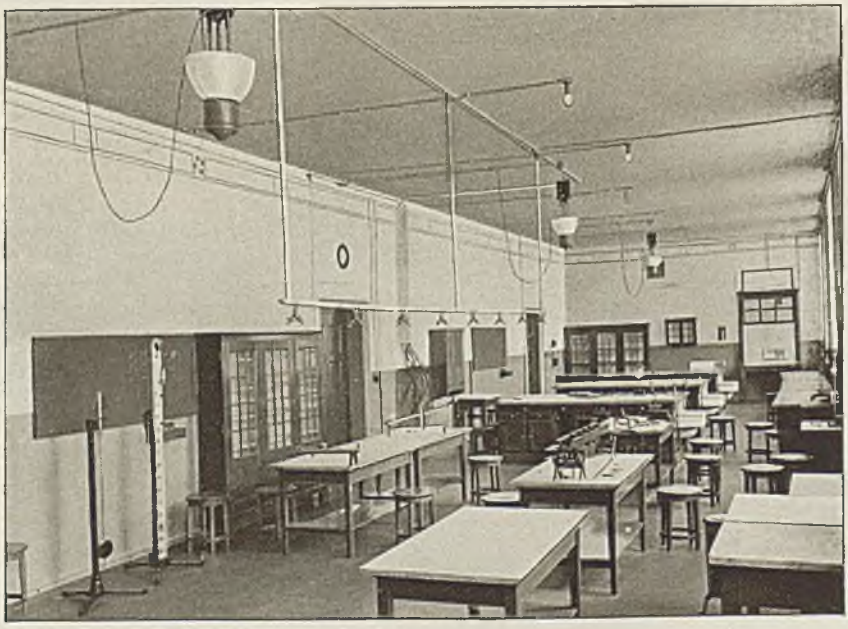


Fig. 8.
Bogenlampen für halbindirekte Beleuchtung im Laboratorium einer Schule.

Fig. 9. Bogenlampe für halbindirektes Licht.

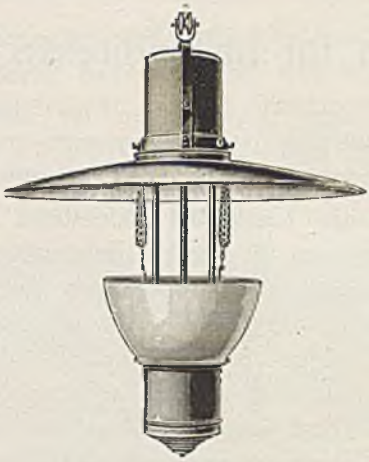


Fig. 10. Bogenlampe für halbindirektes Licht, mit oberem Reflektor.

Fig. 11. Bogenlampe für halbindirektes Licht, mit Glasabdeckung.

Die Lampe in Fig. 9 mit unterer Opalglasschale wird in Werkstätten und Druckereien verwendet. So zeigt Fig. 12 den Arbeitssaal einer Wäschefabrik und Fig. 13 den Setzerraum einer Druckerei, die beide mit solchen Bogen-

Fig. 12.
Bogenlampen für halbindirektes Licht in einer Wäschefabrik.

lampen beleuchtet werden. Durch Hinzufügung einer oberen, den Lichtbogen abschließenden Glasabdeckung, wie ihn die Abbildung 11 zeigt, wird die Lampe auch für Spinnereien und Webereien geeignet. Eine solche Abdeckung schließt, wie oben erwähnt wurde, eine Feuersgefahr aus und schützt die Lampe gegen das Eindringen von Staub.

Sämtliche oben beschriebenen Lampen brennen unter vollem Luftzutritt. Im Gegensatze dazu stehen die in Fig. 14 und 15 abgebildeten Sparlampen

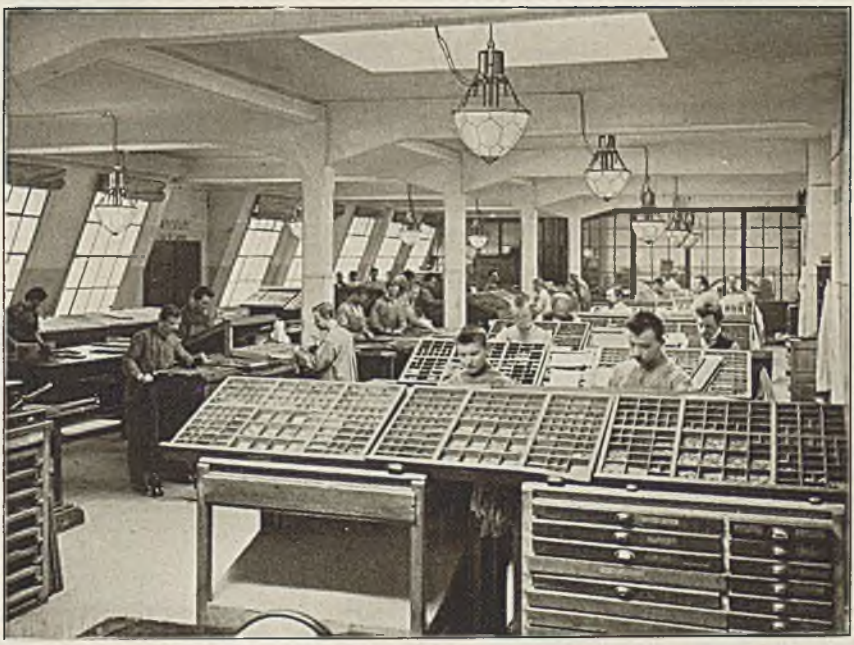


Fig. 13.
Bogenlampen für halbindirektes Licht in einer Druckerei.

für Gleichstrom, die mit beschränktem Luftzutritt brennen. Ihr Lichtbogen wird durch eine Glocke fast vollständig abgeschlossen. Diese Lampen sind wegen ihrer kurzen Bauart gerade für Innenräume besonders geeignet. Ihre weiteren Vorzüge bestehen in dem rein weißen Licht und in der langen, etwa 20 Stunden betragenden Brenndauer. Die Kosten für die Kohlen und für die Bedienung verringern sich durch diese lange Brenndauer in wesentlichem Maße. Die Sparlampen erfordern an den Klemmen eine Spannung von 80 Volt und können daher einzeln an 110 Volt oder zu zweien an 220 Volt Netzspannung geschaltet werden. Der erforderliche Vorschaltwiderstand kann in das Gehäuse

Fig. 14.
Gleichstrom-Bogenlampe
für halbindirektes Licht.

mit eingebaut werden, so daß sich die Lampe dann ebenso einfach wie eine Glühlampe an die Leitung anschließen läßt. Die halb durchsichtigen Reflektoren werden entweder in Sechseckform (Fig. 14) oder in Schalenform (Fig. 15) geliefert. Die Lampen eignen sich für Bureaus, Schulsäle, Bildergalerien, Spinnereien, Webereien und verschiedene Werkstätten, und zwar werden dabei weiße Wände und Decken vorausgesetzt. Fig. 16 zeigt die Beleuchtung eines Maschinenlaboratoriums durch Sparlampen mit sechseckigem Reflektor.

Fig. 15.
Gleichstrom-Bogenlampe
für halbindirektes Licht.

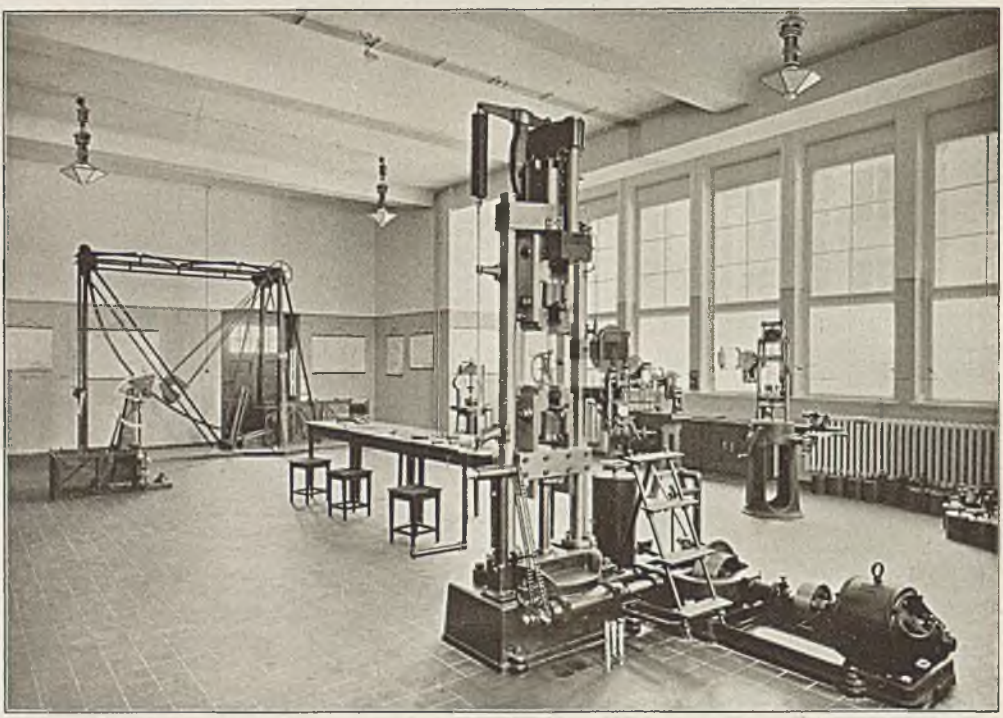


Fig. 16.
Beleuchtung eines Laboratoriums mit Sparbogenlampen für halbindirektes Licht.

Totalreflektor System Hrabowski

für offene Bogenlampen mit nebeneinanderstehenden Effektkohlen

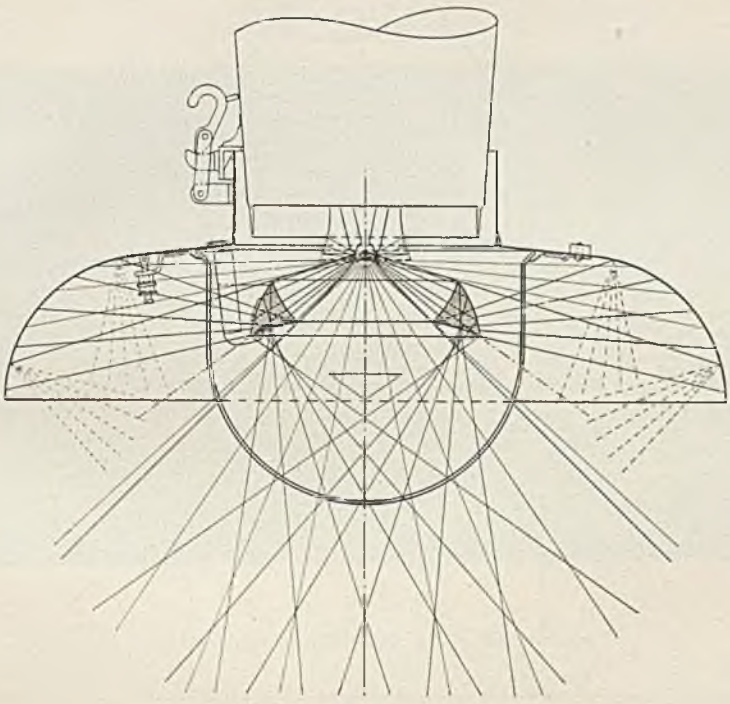


Fig. 1.
Schematische Darstellung des Totalreflektors.

Ausführung des Totalreflektors. Reflektoren, durch welche die Strahlen nach bestimmten Richtungen gelenkt werden, sind bei Lichtquellen jeder Art stets üblich gewesen. Meist kommen Schirme aus Blech oder Glas zur Verwendung, welche die nach oben gesandten Strahlen nach unten hin ablenken. Bei dem Totalreflektor System Hrabowski erfolgt die Reflektierung in erster Linie nicht durch einen Schirm, sondern durch einen prismatischen Ring aus Kristallglas von eigenartigem Querschnitt. (Fig. 1.) Durch diesen Glasring wird der größte Teil der Strahlen direkt nach unten geworfen,

und zwar wegen der totalen Reflexion ohne Lichtverluste. Außer dem Glasring besitzt dieser Reflektor noch einen Schirm aus emailliertem Eisenblech, der die seitlich austretenden Strahlen der Lichtquelle und einen Teil der vom Glasring gebrochenen Strahlen nach unten wirft. Die Lichtstärke nimmt von der horizontalen bis zur vertikalen Richtung gleichmäßig zu. Durch die Konzentration der Strahlen wird eine besonders große Helligkeit unterhalb der Lichtquelle erzielt.

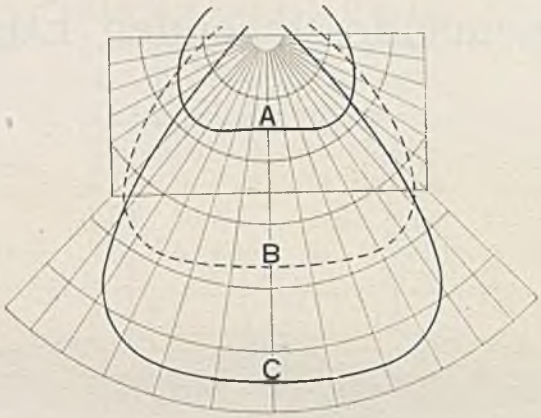


Fig. 2.

Helligkeitskurve einer Flammenbogenlampe
A mit Opalglasglocke, B ohne Glocke, C mit Totalreflektor.

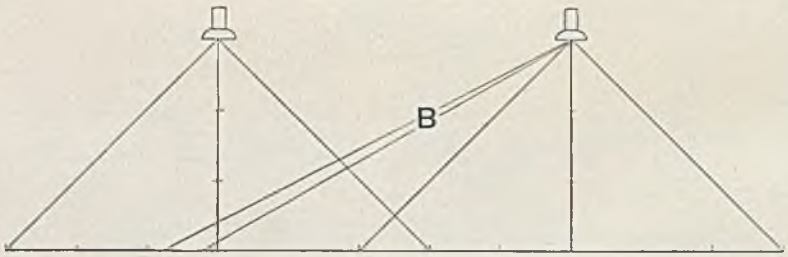


Fig. 3.

Schema für Aufhängung von Bogenlampen mit Totalreflektor.

Beseitigung der blendenden Wirkungen. Da bei der beschriebenen Anordnung der seitliche Austritt von Lichtstrahlen beschränkt wird, so kann man, ohne geblendet zu werden, von der Seite auf die Lichtquelle blicken, selbst wenn keine lichtstreuende Glocke vorgesehen ist. Man kann also auch für starke Lichtquellen bei niedriger Aufhängehöhe Klarglasglocken verwenden. Dabei wird fast die ganze von der Lampe ausgesandte Lichtmenge nach unten gestrahlt, und die erheblichen Verluste in Opalglasglocken, die bis zu 35% betragen, fallen weg.

Vergleich der Lichtstärke von Bogenlampen mit Opalglasglocke, ohne Glocke und mit Totalreflektor. In Abbildung 2 stellen die Strahlen der Kurve A die Lichtstärke einer Flammenbogenlampe mit Opalglasglocke dar. Die Kurve B gibt die Lichtstärke derselben Bogenlampe ohne jede Glocke, während die Kurve C die Lichtstärke der mit einem Totalreflektor System Hrabowski ausgerüsteten Bogenlampe zeigt. Man sieht, wie die Lichtstärke im unteren Teil der Hemisphäre durch die Konzentration der Lichtstrahlen erhöht wird. Im Gegensatz zur gewöhnlichen Bogenlampenbeleuchtung, bei welcher ein großer Teil des Lichtes an die Decke und den oberen Teil der

Fig. 4.
Schaufensterbeleuchtung mit Totalreflektor.

Wände geworfen wird, erhält man beim Totalreflektor System Hrabowski eine intensivere Bodenhelligkeit und eine schärfere Beleuchtung der ausgestellten Gegenstände. (Fig. 4.)

Verwendungsgebiet. Der Totalreflektor eignet sich in hervorragender Weise für gleichmäßig starke Beleuchtung einzelner Objekte oder begrenzter Flächen. Er wird für Beleuchtung horizontaler Flächen mit horizontalem Schirm, für Beleuchtung vertikaler Flächen, sowie für Beleuchtung von der Seite mit schrägem Schirm geliefert. (Fig. 5 und 6.)

Bei Beleuchtung von Schaufenstern werden die Bogenlampen mit Totalreflektor entweder unmittelbar im Schaufenster oder oberhalb des Schaufensters über

einer Klarglasplatte aufgehängt, und zwar so, daß sie die Gegenstände im Schaufenster von vorn beleuchten. Sie können bei Verwendung eines schrägen Schirms auch vor dem Schaufenster angeordnet werden.

Der Totalreflektor eignet sich ferner für Beleuchtung von Oberlichtsälen sowie für Gießereien, Fabriksäle, Montage- und Bahnhofshallen usw. Zweckmäßig wird nach Fig. 3 der Abstand der Lampen etwas geringer gewählt als die doppelte Aufhängehöhe, damit der Boden auch mitten zwischen zwei Lampen stark beleuchtet wird. Die in Figur 3 mit B bezeichneten Strahlen werden nämlich bei Anwendung des Totalreflektors nach unten gerichtet und kommen

Fig. 5.
Bogenlampe mit Totalreflektor.
(horizontaler Schirm).

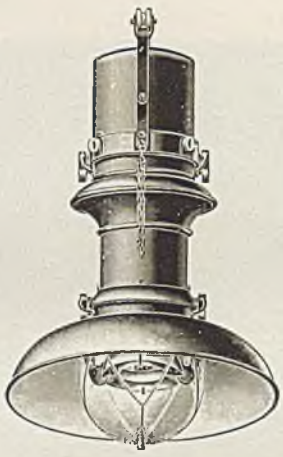


Fig. 6.
Bogenlampe mit Totalreflektor
(schräger Schirm).

daher für die Wahl der Lampenentfernung nicht in Frage. Sie würden übrigens wegen der großen Entfernung der Lichtquelle und des schrägen Auffallens der Strahlen wenig zur Bodenbeleuchtung beitragen und werden durch die Ablenkung nach unten viel wirksamer gemacht.

Stromart, Stromstärke und Schaltung. Bogenlampen mit Totalreflektor für Gleichstrom und Wechselstrom werden für Stromstärken von 8, 10 und 12 Ampere geliefert. Die Brenndauer beträgt bei den Kohlen für gelbes Licht 9 Stunden, bei den Kohlen für weißes Licht 8 Stunden. Die Lampen können unter Benutzung eines Vorschaltwiderstandes oder einer Vorschaltdrosselspule zu zweien an eine Spannung von 110 bis 120 Volt oder zu vieren an eine Spannung von 220 bis 240 Volt geschaltet werden.

Bogenlampen-Aufzugsvorrichtungen für Maste

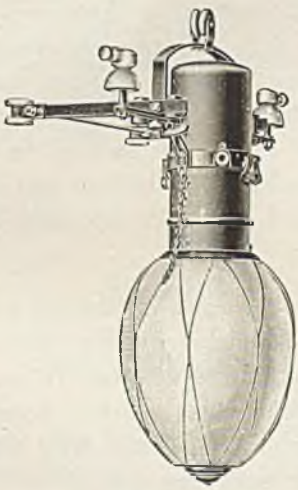


Fig. 1.
Lampenführung mit einfachen Leitarmen für Spannungen bis 125 Volt gegen Erde.

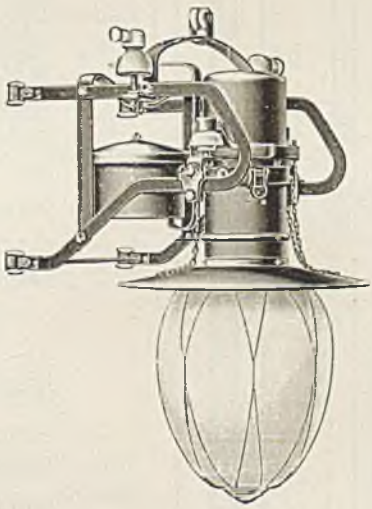


Fig. 2.
Lampenführung mit doppelten Leitarmen für Spannungen bis 1000 Volt gegen Erde.

Das elektrische Bogenlicht entspricht in seiner derzeitigen Ausführung den höchsten Anforderungen, die in bezug auf Lichtstärke, Ruhe des Lichtes und Betriebssicherheit gestellt werden. Es hat sich daher überall dort Eingang verschafft, wo das Bedürfnis nach Starklichtquellen vorhanden ist. Außer zur Beleuchtung von Straßen, Hafenplätzen und Fabrikanlagen wird das elektrische Bogenlicht in ausgedehntem Maße für Eisenbahnwerkstätten, Einfahrthallen und besonders von Gleisanlagen benutzt.

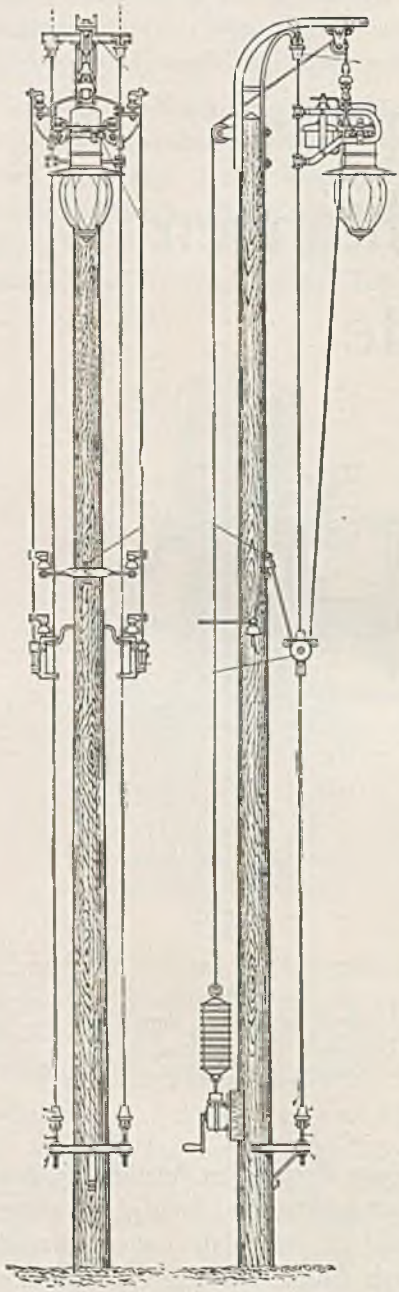


Fig. 3.
Einfache Aufziehvorrichtung für Bogenlampen an Masten.

Aufziehvorrichtung mit gerader Seilführung

In den Fällen, in denen frei an Masten hängende Bogenlampen den Angriffen des Windes ausgesetzt sind, wie es z.B. bei Gleisanlagen der Fall ist, wird die Verwendung besonderer Aufziehvorrichtungen erforderlich, durch welche beim Herablassen und Aufwinden der Lampe das Anschlagen an den Mast und eine dadurch bedingte Beschädigung der Lampe mit Sicherheit verhindert wird. Gleichzeitig muß nach dem Aufziehen die richtige Lage der Lampe sichergestellt werden. Die zu diesem Zwecke ausgebildeten Aufziehvorrichtungen bestehen in der Hauptsache aus zwei parallel zu den Masten laufenden Führungsdrähten und einer daran gleitenden Lampenführung, auch Seilschlitten genannt.

Die Lampenführung muß sowohl gegen das Aufzugsseil als auch gegen die Führungsdrähte isoliert sein. Die von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführten Lampenführungen zeichnen sich durch sehr sichere und zuverlässige Isolierung aus. Der Seilschlitten ist gegen das Aufzugsseil durch eine kräftige Porzellanrolle, gegen die Führungsdrähte durch Porzellanbuchsen isoliert. Bei den Lampenführungen mit doppelten Leitarmen ist außerdem der die Lampe tragende Ring gegen die Lampenführung selbst nochmals isoliert.

Die Befestigung der Lampe hat gegenüber den früheren Aufzugsvorrichtungen eine Änderung erfahren. Während bei älteren Konstruktionen die Lampe am Aufzugsseil hing und die Lampenführung an der

Kappe oder dem Ring der Lampe befestigt war, wird bei der neuen Konstruktion die Lampenführung unmittelbar am Aufzugsseil befestigt und die Lampe in die Lampenführung eingesetzt. Das Einsetzen einer Lampe läßt sich bajonettartig ohne Lösen von Schrauben, Muttern und dergleichen bewerkstelligen. Fig. 1 zeigt eine Lampenführung für Spannungen bis 125 Volt mit einfachen Leitarmen, Fig. 2 eine solche für Spannungen bis 1000 Volt mit doppelten Leitarmen. Die letztere Ausführung ist zur Aufnahme von Schutzapparaten für die Lampe (Ersatzwiderstand, Ersatzdrosselspule) eingerichtet. Der Ring, der die Lampe trägt, kann so verschoben werden, daß der Schwerpunkt der Lampe nebst Zubehör bei jedem Lampengewicht senkrecht unter dem Aufhängepunkt der Lampenführung liegt. Fig. 3 zeigt die vollständige Aufziehvorrichtung.

Aufziehvorrichtung mit schräger Seilführung

In allen denjenigen Fällen, wo der für die Bedienung der Lampe zur Verfügung stehende Raum am Fuß des Mastes knapp ist, wird mit Vorteil die in Fig. 4 abgebildete Bogenlampen-Aufziehvorrichtung mit schräger Seilführung verwendet. Bei dieser Ausführung besitzen die unteren Spannböcke, an denen die Führungsdrähte befestigt werden, eine weit geringere Ausladung als die oberen Befestigungsstellen. Sie können, wie die Figur zeigt, auch seitlich am Mast angeordnet werden. Die Lampe, die sich oben in weiterer Entfernung vom Mast befindet, gleitet beim Herablassen bis dicht an den Mast.

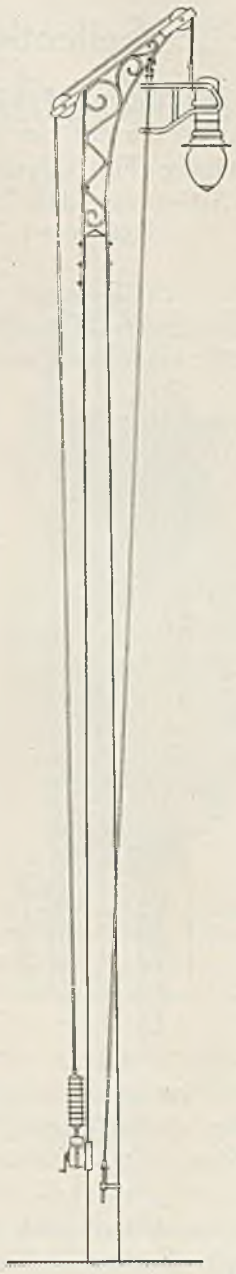


Fig. 4.
Lampen-Aufziehvorrichtung mit schräger Seilführung

Seilentlastung und Leitungskupplung

Die Figuren 5 bis 8 zeigen weitere Vorrichtungen, die dazu bestimmt sind, Unfälle bei der Bedienung von Bogenlampen auszuschließen. Die Seilentlastung (Fig. 5, 7 und 8) dient dazu, die hochgezogene Lampe beim Bruch des Seiles vor dem Abstürzen zu bewahren. Dagegen hat die Leitungs-

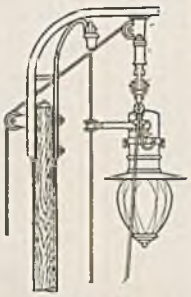


Fig. 5.
Aufziehvorrichtung
mit Seilentlastung.

Aufziehvorrichtungen
für
Spannungen
bis 125 Volt
gegen Erde.

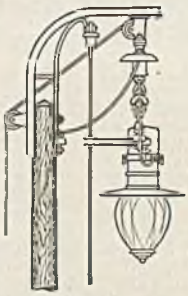


Fig. 6.
Aufziehvorrichtung
mit Leitungskupplung.

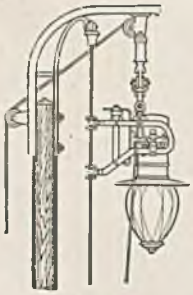


Fig. 7.
Aufziehvorrichtung
mit Seilentlastung.

Aufziehvorrichtungen
für
Spannungen
bis 1000 Volt
gegen Erde.

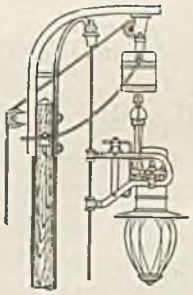


Fig. 8.
Aufziehvorrichtung mit
Seilentlastung und
Leitungskupplung.

kupplung (Fig. 6 und 8) den Zweck, die Lampe beim Herablassen selbsttätig von der Zuleitung abzuschalten und so eine gefahrlose Bedienung zu ermöglichen. Dabei kann durch Verwendung von Ersatzwiderständen oder Ersatzdrosselspulen dafür gesorgt werden, daß auch während des Ausschaltens und Herablassens einer einzelnen Lampe der Stromkreis nicht unterbrochen wird, also die übrigen Lampen ungestört weiterbrennen.

Die elektrische Straßenbeleuchtung der Stadt Hamburg

Sonderabdruck aus der Kommunalen Rundschau vom 15. Februar 1911

Hamburg gehörte zu den ersten Städten, welche im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts die elektrische Straßenbeleuchtung in erheblicherem Umfange einführten, und es galt auch als eine der bestbeleuchteten Städte, nachdem allmählich die Zahl der Bogenlampen für die Straßenbeleuchtung auf etwa 300 angewachsen war. Es waren dies Bogenlampen der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vormals Schuckert & Co., Nürnberg, System Křižík, in welchen Reinkohlen gebrannt wurden. Als um die Jahrhundertwende die Effektkohlen, welche eine wesentlich bessere Lichtausbeute gewährten, auf den Markt kamen, überdies auch für den stark steigenden Verkehr der schnell sich vergrößernden Stadt die Straßenbeleuchtung nicht mehr als ausreichend empfunden wurde, zögerte man nicht, von der neuen Erfindung Nutzen zu ziehen und installierte an den wichtigeren Verkehrspunkten zusammen etwa 100 Effektlampen der Firma Schuckert, welche mit übereinanderstehenden Kohlen der Marke „gelb“ brannten. Für die weitere Ausdehnung der elektrischen Beleuchtung, welche sich notwendig machte, nachdem durch den Bau des neuen Hauptbahnhofes das Straßenbild sich in großstädtischer Weise verändert hatte, wählte man eine neue Lampentype mit schrägstehenden Effektkohlen, die ein stark gelbes Licht ausstrahlten. Gerade dieses Licht erschien für Hamburg besonders geeignet, weil die gelben und roten Strahlen den dichten Nebel am besten durchdringen, so daß man also auch an den zahlreichen Tagen im Jahre, an denen die Straßen

Fig. 1. TB-Bogenlampe mit alter Armatur nach 50stündigem Brennen.

Fig. 2. TB-Bogenlampe mit beschlagfreier Armatur nach 50stündigem Brennen im Freien bei stürmischem Wetter.

Hamburgs vom Nebel durchflutet werden, noch eine ausreichende Beleuchtung erwarten durfte. In dieser Hinsicht bewährte sich allerdings die erwähnte Beleuchtung, doch im allgemeinen wurde das aufdringliche, wie man zu sagen pflegte, impertinent gelbe Licht der Straßenbeleuchtung nicht als angenehm empfunden. Es wurden daher, nachdem von der Firma Gebrüder Siemens & Co., Lichtenberg, eine neue Kohlensorte, Marke TB, für weißes Effektlicht und Anordnung der Kohlen übereinander herausgebracht war, mit neuen Lampen eingehende Versuche angestellt, welche so gut ausfielen, daß in den letzten Jahren nach und nach

Fig. 3. Dammtor-Bahnhof Hamburg, Nachtaufnahme.

580 Lampen der Siemens-Schuckertwerke, Type f, für TB-Kohlen angeschafft wurden, während die alten Reinkohlen- und Effektbogenlampen zum größten Teil aus dem Verkehr gezogen wurden.

Es sei besonders hervorgehoben, daß das weiße Licht der übereinanderstehenden TB-Kohlen sich auch bei Nebelwetter vollständig bewährt hat, indem auch hierbei die Beleuchtung der Straßen ebenso gut ist, wie sie es bei dem Licht der gelben Kohlen war. Eine Erklärung hierfür findet man, wenn man das Spektrum der beiden Kohlensorten einer vergleichenden Betrachtung unterzieht. Das Spektrum des von den weißen Kohlen ausgestrahlten Lichtes erstreckt sich über alle Farben vom Rot bis zum äußersten Blau, gleicht also demjenigen der Sonne, wie ja auch das weiße Licht dem Tageslicht nahekommt. Bei dem Licht der gelben Kohle weist das Spektrum nur die Farben von rot bis grün auf, wobei rot und gelb besonders hervortreten. Der blaue

Teil des Spektrums fehlt also gänzlich, wodurch sich die auffallend gelbe Farbe des Lichtes erklärt. In beiden Spektren sind aber die Helligkeitsverhältnisse im rot-grünen Teil ungefähr gleich. Werden nun auch bei Nebelwetter, wie wissenschaftlich festgestellt ist, gerade die kurzwelligen Strahlen, d. h. die blauen bis violetten, stark absorbiert, so dringen doch von dem Licht der weißen Kohlen die vom roten bis grünen Teile des Spektrums ausgesandten langwelligen Strahlen in gleichem Maße durch den Nebel hindurch wie bei dem Licht der gelben Kohlen, so daß eben auch bei

Fig. 4. Jungfernstieg Hamburg. Beleuchtung durch Bogenlampen, System Siemens-Schuckert.

Nebelwetter die Beleuchtung mit weißen Kohlen nicht hinter derjenigen mit gelben Kohlen zurücksteht.

Die verwendeten neuen Lampen sind Gleichstrom-Differentiallampen mit festem Brennpunkt, die mit 10 Ampere und 40 Volt Spannung in Zweischaltung an 110 Volt brennen. Sie sind ohne Sicherheits- oder Ersatzapparate an Masten oder Straßenüberspannungen in 8 bis 10 m Höhe in Laternen mit beschlagfreier Armatur aufgehängt. Die Fig. 5 gibt ein Bild der gewählten Bogenlampenlaternen in der Ausführung, wie sie hauptsächlich für Straßenbeleuchtung verwendet wird. Die verhältnismäßig kleine Glocke ist absichtlich gewählt worden; sie erscheint, wenn die Lampe brennt, in großer Helligkeit und trägt dazu bei, den Gesamteindruck der Straßenbeleuchtung zu erhöhen, da der Laie nur zu sehr geneigt ist, nach der Helligkeit der Lichtquelle die Helligkeit der ganzen erzielten Beleuchtung zu beurteilen.

Die beschlagfreie Armatur mit Innenglas verhindert durch eine besonders gute Ventilation, daß die Niederschläge, welche beim Abkühlen der beim Brennen der Lampe sich entwickelnden Gase entstehen, sich in der Glocke selbst ablagern und allmählich den Austritt des Lichtes aus der Glocke stark beeinträchtigen. Fig. 2 zeigt im Unterschied von Fig. 1 die vorteilhafte Wirkung der beschlagfreien Armatur an einer Lampe, welche 50 Stunden ohne irgend eine Reinigung der Glocken gebrannt hat. Es ist deutlich erkennbar, daß

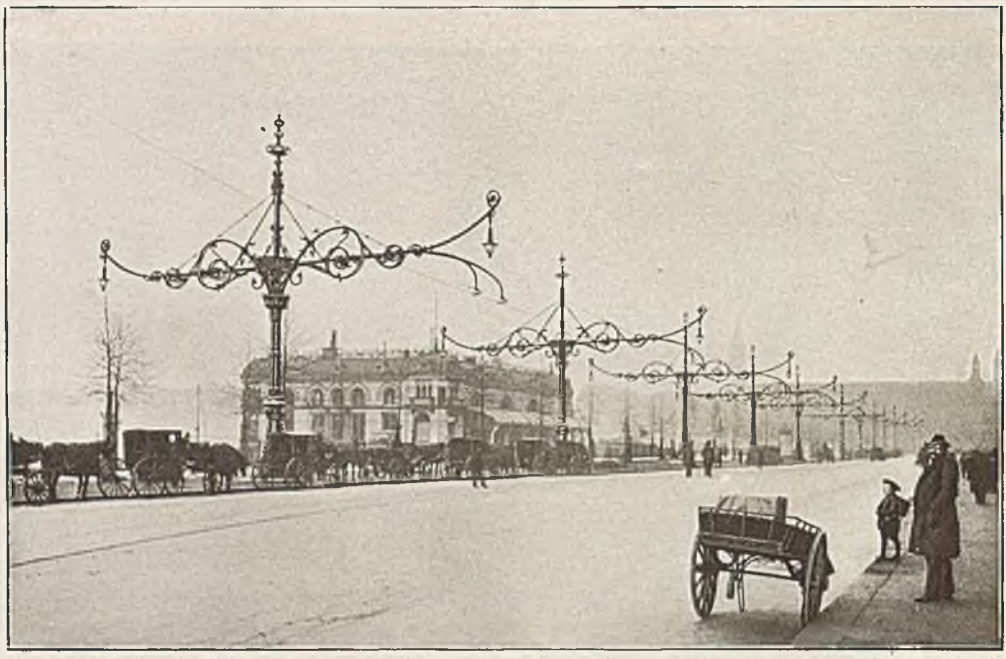


Fig. 5. Tagesaufnahme des Jungfernstieges in Hamburg.

die äußere wie die innere Glocke von Niederschlägen fast vollständig freigeblieben ist, so daß ihre Lichtdurchlässigkeit nicht beeinträchtigt wurde.

Durch die ästhetische Wirkung der Beleuchtung, sowie durch die gleichmäßige Helligkeit, die in den Straßen erzielt wird, ist Hamburg im Punkte der Beleuchtung wieder an die erste Stelle aller Städte nicht nur Deutschlands, sondern ganz Europas gebracht. Dabei ist auch hinsichtlich der Kosten der Straßenbeleuchtung ein Fortschritt gegenüber den früheren Beleuchtungsanlagen erreicht worden, denn obgleich die Kohlen durch die Steuer noch besonders verteuert sind und die Straßen gleichmäßiger und heller beleuchtet sind als früher, sind die Betriebskosten im Verhältnis zu der Lichtausbeute niedriger als beim Betriebe mit Reinkohlenlampen und Lampen mit schrägstehenden Effektkohlen.

Rohrdrähte mit Nulleitermantel

Einfachleitung.

Doppelleitung.

Dreifachleitung.

Fig. 1. Rohrdrähte, natürliche Größe.

Die Anwendung eines geerdeten Nulleiters ist ursprünglich eine amerikanische Erfindung, die zuerst in einer Patentschrift von Hopkinson erwähnt wird. Das System der Leitungsverlegung mit geerdetem Nulleiter gehört seitdem zum festen Bestand der elektrotechnischen Praxis und wird in Kabelnetzen und in Freileitungsanlagen stets zur Anwendung gebracht.

Für Hausinstallationen nahm man dagegen gegenüber der Verwendung des blanken Nulleiters in den einzelnen Teilen Deutschlands eine verschiedene Stellung ein. Während ein großer Teil der deutschen Elektrizitätswerke bereits seit Jahren an die blanke Verlegung des Nulleiters auch bei Hausinstallationen gewöhnt ist, haben andere erst seit einigen Jahren dieser Installationsart Beachtung geschenkt.

Die Anregung dazu gaben die Erfolge, welche die Siemens-Schuckertwerke mit zwei neuen Leitungsmaterialien aufzuweisen hatten, bei denen die blanke Verlegung des Nulleiters von vornherein in Betracht gezogen wurde. Diese Leitungsmaterialien sind die Stahlrohre System Peschel und die Rohrdrähte System Kuhlo.

Vor allem das Rohrsystem Kuhlo bietet bei Verwendung des metallenen Schutzmantels als Rückleiter derartig bestechende Vorteile, daß es überall, wo Dreileiteranlagen bestehen, in erster Linie zu empfehlen ist.

Die Rohrdrähte System Kuhlo (Fig. 1) sind Einfach- oder Mehrfach-Gummiaderleitungen, die von einem starken Schutzmantel aus Metall umgeben sind. Der Mantel umschließt die Leitung so eng, daß keine Gelegenheit zur Bildung von Kondenswasser vorhanden ist.

Fig. 2.
Speisezimmer, mit Rohrdraht installiert.

Die Rohrdrähte sind für Spannungen bis 500 Volt bestimmt und können nach den Sicherheitsvorschriften des V. D. E. „in trockenen Räumen und im Freien an maschinellen Konstruktionen und Apparaten, welche ständiger Überwachung unterstehen (wie Krane, Schiebebühnen usw.), direkt auf Wänden und Konstruktionsteilen mit Schellen befestigt werden".

Da bei den Rohrdrähten System Kuhlo das umständliche Einziehen der Leitungen in die Rohre wegfällt, so wird die Montage bequem und billig. Die Rohrdrähte können ohne Schwierigkeit von Hand oder mit einer Biegezange gebogen werden, so daß Übergangsbogen und Winkelstücke nicht erforderlich sind. Sie passen sich jeder Krümmung mit Leichtigkeit an, was in den Fällen wichtig ist, in denen keine glatten Wände oder Decken vorhanden sind (Fig. 2). Sie werden an der Wand oder an der Decke in einfacher Weise durch Schellen usw. befestigt und können unter Benutzung eines Deckenleitungshalters auch in einem gewissen Abstand von der Decke verlegt werden.

Der blanke Metallmantel genügt hinsichtlich seiner mechanischen Festigkeit und der Ableitung der Stromwärme den Anforderungen der Vorschriften des V. D. E. in reichlichem Maße. Das den Mantel bildende Messing- bezw. Eisen-

Fig. 3.
Wohnzimmer, mit Rohrdraht installiert.

blech hat eine Stärke von 0,3 mm. Seine Breite beträgt bei den kleineren Querschnitten 23,5 mm und steigt bei den größeren Querschnitten bis auf 47 mm. Daraus ergeben sich die unten angegebenen Metallquerschnitte, die sicher als genügend anzusehen sind.

Dadurch, daß statt doppelter Leitungen nur einfache erforderlich sind, gestaltet sich die Verlegung der Rohrdrähte mit stromführendem Mantel sehr einfach und billig.

Dabei haben die Rohrdrähte System Kuhlo vom Gesichtspunkt des Architekten den Vorzug eines eleganten Aussehens und großer Anpassungsfähigkeit. Sie eignen sich in hervorragender Weise für die sichtbare Verlegung elektrischer Leitungen in Innenräumen, da sie die Möglichkeit bieten, die betreffenden Räume geschmackvoll zu installieren, ohne daß man genötigt wäre, die Unannehmlichkeiten der Unterputzverlegung in Kauf zu nehmen.

Die Rohrdrähte sind wegen ihres kleinen Durchmessers unauffällig und werden, wenn sie in der Farbe der Tapeten oder der Decke gestrichen sind, überhaupt kaum bemerkt. Wenn offene Verlegung ganz vermieden werden soll, kann man sie in einer Rinne im Putz verlegen, die durch die Tapete verdeckt wird.

Querschnitt des Kupferleiters	Querschnitt des Blechmantels	Querschnitt des Kupferleiters	Querschnitt des Blechmantels
Einfachleitungen		Doppelleitungen	
1 mm²	7 mm²	1 mm²	10,3 mm²
1,5 „	7 „	1,5 „	10,3 „
2,5 „	7,8 „	2.5 „	12 „
4 „	8,5 „	4 „	13,2 „
6 „	9 „	6 „	14,1 „

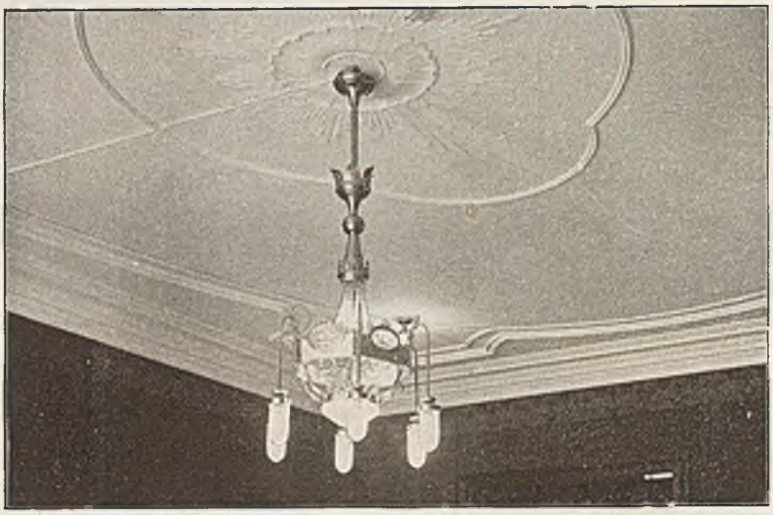


Fig. 4.
Decke eines Festsaales, mit Rohrdraht installiert.

Die Bilder zeigen, wie der Rohrdraht sich als feine Goldlinie oder, wenn er überstrichen ist, als unauffälliger Zierwulst der Decke und Wandarchitektur einfügt.

Fig. 2 zeigt eine Anlage, in welcher sich der Rohrdraht einer ziemlich komplizierten Decke anschmiegt. Eine derartige Verlegung wäre bei keinem anderen Verlegungssystem durchführbar gewesen.

In Fig. 4 ist besonders bemerkenswert, wie sich die Leitungszuführung zu der in der Ecke angebrachten einzelnen Lampe der kreisförmigen Deckenverzierung anpaßt.

Die Rohrdrähte System Kuhlo stellen also ein einfaches, billiges und geschmackvolles Installationsmaterial dar.

Stahlrohre System Peschel

Peschelrohre sind Stahlrohre ohne Isolierauskleidung zur Verlegung von Gummiaderleitungen auf und in der Wand; sie lassen sich als gewöhnliches **Schutzrohr**, als **Nulleiterrohr**, d. h. stromführendes Schutzrohr oder als **erdendes Schutzrohr** in Hochspannungsanlagen verwenden.

Fig. 1.
Überlapptes Peschelrohr, schwarz.

Fig. 2.
Überlapptes Peschelrohr, hellgrau.

Die Verwendung des Peschelrohres als Nulleiterrohr bietet den Vorteil, daß die Rohre nur für einen einzelnen Draht Platz zu bieten brauchen, also dünner gewählt werden können. Dadurch wird die Anlage gefälliger, die Schaltungen wesentlich einfacher und die Montage billiger. — Die Kontaktbildung, welche durch die starke Federung der Rohre in den Verbindungsstellen erzielt wird, hat sich überall und dauernd bewährt. Nach Messungen in ausgeführten Anlagen blieb der Spannungsabfall weit unter der zugelassenen Grenze (vergl. E. T. Z. 1910, S. 1320).

Neben den geschlitzten Peschelrohren werden überlappte Peschelrohre geliefert. Die Überlappung des Schlitzes verhütet, ohne die Federung des Rohres und die Verdunstung des Kondenswassers zu beeinträchtigen, das Eindringen von Mörtel usw. in das Rohr.

Eine bemerkenswerte Neuerung bilden die **hellgrauen Peschelrohre.** Sie sind zur Verlegung als Nulleiterrohr oder Schutzrohr auf der Wand in Wohnräumen, Zeichensälen usw. bestimmt.

Eine willkommene Ergänzung des Peschelsystems bilden auch die leicht biegsamen, nahtlosen Rohre für Überbrückungen.

Paßstücke zum Stahlrohr System Peschel

Die **Paßstücke** sind systematisch und vollständig durchgebildet. Um die mechanische Festigkeit und das schöne Aussehen des Peschelsystems voll zur Geltung zu bringen, sind drei verschiedene Ausführungen vorgesehen.

Fig. 3.
Schweres Paßstück.

Schwere Paßstücke

für Verlegung auf und in der Wand, für alle Rohrgrößen.

Diese Paßstücke eignen sich als Verbindungsstücke sowohl für Nulleiterrohr als auch für Schutzrohr. Sie sind kräftig und geräumig gehalten, besonders auch zur Verlegung auf der Wand in rauhen Betrieben geeignet.

Leichte Paßstücke

für Verlegung nur auf der Wand, für Rohrgrößen von 8, 14 und 18 mm lichte Weite.

Fig. 4.
Leichtes Paßstück für Nulleiterrohr und Schutzrohr.

Diese Paßstücke sind für Nulleiterrohr und Schutzrohr auf der Wand geeignet; sie unterscheiden sich von den schweren Paßstücken durch kleinere Abmessungen. Ihre gefällige Form macht sie auch für Räume, in denen das äußere Ansehen eine Rolle spielt, geeignet.

Blechstücke

Diese Paßstücke sind zur Verlegung auf der Wand bestimmt und nur für Schutzrohr geeignet; ihre Abmessungen schließen sich denen der Rohre knapp an. Die Paßstücke sind daher besonders unauffällig. Sie bieten indessen keinen Raum zur Aufnahme von Klemmen und dürfen auch bei stromführendem Nulleiterrohr nicht verwendet werden.

Fig. 5.
Leichtes Paßstück, nur für Schutzrohr.

Die Klemmen, welche in die schweren und leichten Paßstücke einzulegen sind, eignen sich für Spannungen bis 250 Volt gegen Erde. Alle drei Arten von Paßstücken erhalten den gleichen fest eingebrannten Lacküberzug wie die Rohre. Die leichten Paßstücke und die Blechstücke für 8-mm- und 14-mm-Peschelrohr werden auch in hellgrauer Ausführung geliefert.

Zwischenkasten für Peschelrohr bei Spannungen bis 1000 Volt

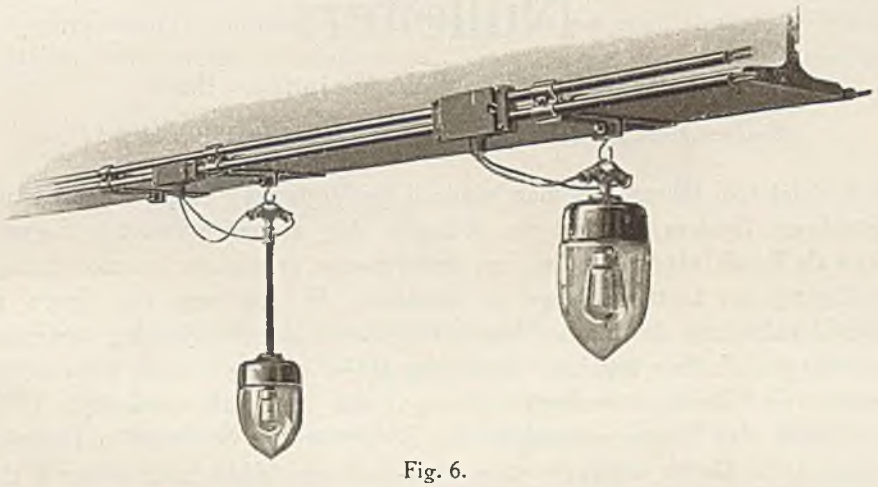


Fig. 6.

Zwischenkasten an einem T-Träger in den Bahnhöfen der Hoch- und Untergrundbahn, Berlin.

Bei Spannungen zwischen 500—1000 Volt, z. B. in Bahnlagen oder in solchen Kraftbetrieben, die mit höherer Spannung arbeiten, werden zweckmäßig als Paßstücke für die Peschelrohre Zwischenkasten gewählt, die eine leitende Verbindung der Rohre untereinander und dadurch eine Schutzerdung ermöglichen. Bei diesen Zwischenkasten ist gleichzeitig der Abstand zweier Klemmen verschiedener Spannung größer, als bei den sonst üblichen Paßstücken. Die Zwischenkasten sind mit aufklappbarem Deckel versehen und zur Verlegung von Peschelrohr als Schutzrohr auf der Wand bestimmt. Sie besitzen Einführungen für 1, 2 oder 3 Peschelrohre von 14 mm.

Fig. 7.

Zwischenkasten für ein 14-mm-Peschelrohr.

Fig. 8.

Zwischenkasten für drei 14-mm-Peschelrohre, mit zwei Klemmen, zwei Einlegefedern und einem geraden Rohrstutzen.

Zur Frage des blankverlegten Nulleiters

Von Dipl.-Ing. Ernst W. Weinbeer, Berlin

Sonderabdruck aus der Elektrotechnischen Zeitschrift 1910. Heft 52

In den letzten Jahren hat man vielfach bei Verlegung elektrischer Leitungen in Stahlrohr System Peschel in Anlagen mit einem geerdeten Leiter die Rohre als Rückleiter benutzt, um dadurch eine erhebliche Vereinfachung und Verbilligung der Leitungsanlage zu erzielen. Es lag nun die Frage nahe, welche Verhältnisse sich hierbei hinsichtlich des in der Rückleitung auftretenden Spannungsabfalles ergeben, beziehungsweise ob der letztere bei einer unter normalen Verhältnissen verlegten Anlage sich innerhalb zulässiger Grenzen hält. Durch das Entgegenkommen der Direktion der Städtischen Technischen Mittelschule zu Berlin wurde es dem Verfasser ermöglicht, nach dieser Richtung hin an einer seit ungefähr 10 Monaten in Betrieb befindlichen Anlage Messungen vorzunehmen, die die gestellte Frage in durchaus günstigem Sinne entscheiden.

Es handelte sich um die in der Technischen Mittelschule in Berlin installierte Licht- und Kraftanlage, die außer der genannten Anstalt noch eine Realschule und zwei Gemeindeschulen, die in dem gleichen Baublock liegen, mit elektrischer Energie versorgt. Diese Anlage, die insgesamt etwa 200 KW zu liefern vermag, ist nach dem Dreileitersystem für 2×110 Volt Gleichstrom eingerichtet, und zwar ist in den Kellern eine geschlossene Ringleitung verlegt, von der die Steigeleitungen zu den in den einzelnen Stockwerken befindlichen Verteilungstafeln abzweigen, von denen wieder die Licht- und Kraftstromkreise ausgehen. Die Ringleitung ist in der gewöhnlichen Weise auf Porzellanisolatoren montiert; Steige- und Verteilungsleitungen hingegen sind in Peschelrohr verlegt, das in beiden Fällen als geerdeter Nulleiter beziehungsweise Rückleiter benutzt wird. Im ganzen sind in der gesamten Anlage etwa 16000 m Peschelrohr installiert und fast durchweg unter Putz verlegt.

Von den in der Anlage vorgenommenen Messungen des Spannungsabfalles seien hier nur einige charakteristische Resultate wiedergegeben, da die übrigen Messungen ganz analoge Ergebnisse lieferten. Diese Resultate beziehen sich auf zwei verschiedene Glühlampenstromkreise, einen Bogenlampenkreis und eine Steigeleitung, an denen die folgenden Werte gemessen wurden:

Glühlampenstromkreis I

(Fig. 1)

Der Außenleiter hatte 1,5 mm² Querschnitt und war als Gummiaderleitung in Peschelrohr von 8 mm lichter Weite verlegt, das mit etwa 10 Ampere Höchststromstärke beansprucht werden kann. Der Stromkreis ist für gewöhnlich

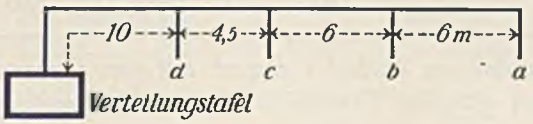


Fig. 1.

nur mit vier Metallfadenlampen von 25 HK in den in der Abbildung eingetragenen Abständen belastet, wurde jedoch im Laufe der Versuche auch mit vier Lampengruppen zu je fünf Lampen von gleicher Kerzenstärke beansprucht, um mit der Belastung möglichst bis an die für den Außenleiterquerschnitt geltende Grenze heranzukommen. Ausgeführt wurden die folgenden Messungen a, b und c:

a) Belastung des Stromkreises . . . . . Ampere	1,04	5,5
Spannungsabfall im Nulleiter zwischen Verteilungstafel und Abzweigstelle *a* . . . . . Volt	0,19	0,58

Es ergibt sich, daß der Spannungsabfall im Rohr nicht proportional mit der Belastung, sondern in geringerem Maße zunimmt, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß mit zunehmender Erwärmung der Rohre infolge der Ausdehnung der letzteren die Übergangswiderstände an den Verbindungsstellen abnehmen.

b) Belastung des Stromkreises . . . . Ampere	5,5	5,5	5,5	5,5
Spannungsabfall zwischen Verteilungstafel und Abzweigstelle	a	b	c	d
Im Nulleiter . . . . . Volt	0,56	0,51	0,27	0,13
Im Außenleiter . . . . . Volt	1,35	1,22	0,97	0,79

Der Spannungsabfall im Nulleiter erweist sich an allen Abzweigstellen bedeutend kleiner als der im Außenleiter.

c) Belastung des Stromkreises Amp.	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Dauer des Einschaltens . . Minuten	0	2	4	6	8	10	15	20
Spannungsabfall im Nulleiter zwischen Verteilungstafel und Abzweigstelle *a* . . . . . Volt	0,620	0,612	0,604	0,600	0,600	0,598	0,594	0,592

Der Spannungsabfall im Nulleiter nimmt mit der Dauer der Belastung ab; vermutlich aus dem gleichen Grunde, wie unter a) angegeben.

Glühlampenstromkreis II

(Fig. 2)

Die Drahtstärken und Belastungen waren dieselben wie unter I. Ausgeführt wurden die folgenden Messungen d und e:

d) Belastung des Stromkreises . . . . . Ampere	1,15	5,3
Spannungsabfall im Nulleiter zwischen Verteilungstafel und Abzweigstelle *a* . . . . . Volt	0,026	0,12

In diesem Falle wuchs der Spannungsabfall proportional mit der Belastung und war an sich sehr gering. Die Ursache hierfür ist wohl die sehr gute Erdung, so daß ein Teil der Stromleitung von der Erde übernommen wird.

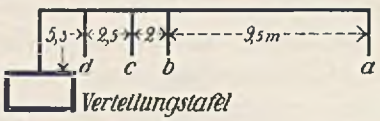


Fig. 2.

e) Belastung des Stromkreises . . . . Ampere	5,3	5,3	5,3	5,3
Spannungsabfall zwischen Verteilungstafel und Abzweigstelle	a	b	c	d
Im Nulleiter . . . . . Volt	0,12	0,10	0,094	0,061
Im Außenleiter . . . . . Volt	0,63	0,54	0,454	0,314

Hier stellt sich der Spannungsabfall im Nulleiter auch im Verhältnis zu dem im Außenleiter noch bedeutend günstiger als unter I.

Bogenlampen-Stromkreis

Der Außenleiter hatte 2,5 mm² Querschnitt und war in Peschelrohr von 8 mm lichter Weite verlegt, dessen Querschnitt, da die Lampen mit 10 Ampere Stromstärke brennen, elektrisch voll ausgenutzt ist. Die Länge der Zuleitung von der Verteilungstafel bis zu den Lampen betrug 35 m. Beobachtet wurden folgende Werte:

Belastung des Stromkreises . . . . . Ampere	10,5
Spannungsabfall zwischen Verteilungstafel und Lampen:	
Im Nulleiter . . . . . Volt	1,99
Im Außenleiter . . . . . Volt	3,26

Der projektierende Ingenieur hat hier also in der üblichen Weise einen Teil des Vorschaltwiderstandes in die Zuleitung verlegt. Der Spannungsabfall im Nulleiter ist um ein beträchtliches geringer als der im Außenleiter.

Steigeleitung

Die Leitung war 13 m lang; der Außenleiter von 50 mm² Querschnitt ist in Peschelrohr von 26 mm lichter Weite verlegt. Die Leitung konnte bei Vornahme der Messungen nur mit 10 Amp. belastet werden, wobei sich im Nulleiter 0,0648 Volt, und im Außenleiter 0,0525 Volt Spannungsverlust ergaben. Bei den stärkeren Querschnitten nähern sich also der Spannungsabfall im Rohr und im Draht einander, weil mit wachsendem Rohrdurchmesser die Wandstärke und damit der Metallquerschnitt der Rohre in geringerem Maße als bei schwachen Rohren zunehmen.

Aus den angeführten Beobachtungswerten ergibt sich, daß der Spannungsabfall im Nulleiter sich in allen Fällen noch weit unter der zulässigen Grenze hielt. Bemerkt sei noch, daß durch die Benutzung des Rohrnetzes als geerdeter Nulleiter auch die zahlreichen in der genannten Anstalt installierten Schwachstromanlagen, darunter auch staatliche Fernsprechanlagen, bisher in keiner Weise gestört wurden, wie es sich eigentlich auch nicht anders erwarten ließ.

Diazed-Sicherungen

bis 200 Ampere, 500 Volt

Das System der Diazedsicherungen mit zweiteiligen, nach dem Durchmesser abgestuften Schraubstöpseln (vergl. Fig. 1 bis 3), das vor einer Reihe von Jahren von den Siemens-Schuckertwerken eingeführt wurde, hat sich durch seine Vorzüge nahezu allgemeine Verbreitung verschafft.

In neuerer Zeit hat dieses System dadurch eine Erweiterung erfahren, daß die Sicherungen bis zu Stromstärken von 200 Ampere ausgeführt werden.

Ferner sind für die verschiedenen Verwendungsarten, wie Installationsverteilungen, freistehende Schalttafeln, Hausanschlüsse und Freileitungssicherungen besondere Typen geschaffen. Von diesen sollen im folgenden die sogenannten Uzed- und Tezed-Sicherungen näher beschrieben werden.

Fig. 1.

Stöpselkopf, Patrone und Paßschraube.

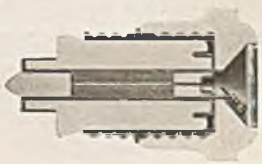


Fig. 2.

Querschnitt einer durchgebrannten Patrone mit Stöpselkopf.

Fig. 3.

Ansicht eines Stöpselkopfes mit eingesetzter Patrone. Patrone unversehrt. Patrone durchgebrannt.

Uzed-Universalsicherungen

mit vorderseitigem Leitungsanschluß für Hausanschlußsicherungen und Installationsverteilungen

Bis 200 Ampere, 500 Volt

Die Uzed-Universalsicherungen, wie sie in Fig. 4 abgebildet sind, werden in fünf Gewindegrößen und zwar für 15, 25, 60, 100 und 200 Ampere ausgeführt. Sie werden entweder für Installations-Verteilungen oder für Hausanschlußsicherungen verwendet.

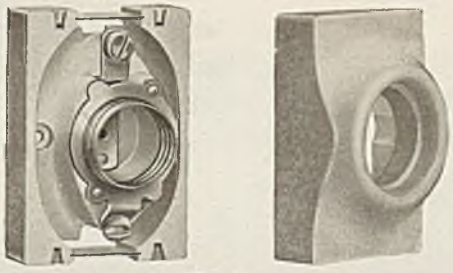


Fig. 4.
Uzed-Universalsicherung.

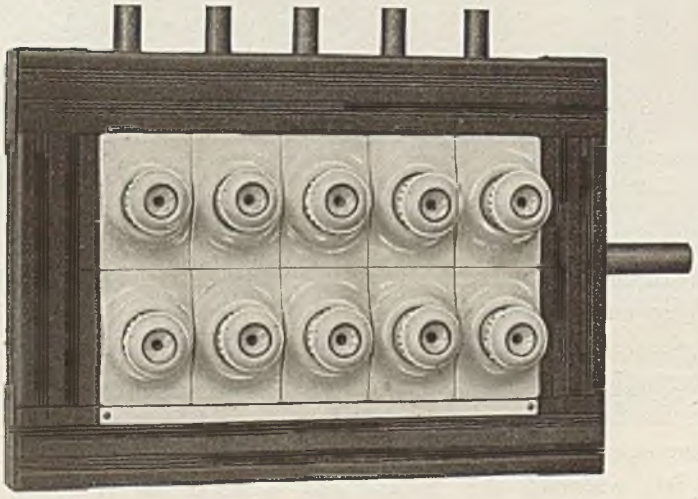


Fig. 5.
Zweileiter-Uzed-Verteilung.

Bei den Installationsverteilungen werden die Uzed-Sicherungen unter Verwendung von wenigen, sinnreich durchgebildeten Einzelteilen zu Verteilungsgruppen zusammengebaut. Sie werden dabei mit Hilfe sogenannter Hohlschienen unmittelbar an der Wand befestigt. Da die Sicherungen hinten geschlossen sind und keinerlei rückwärtige Verbindungen besitzen, so fallen die bisher als isolierende Unterlage gebräuchlichen Marmortafeln vollständig fort. Die Leitungen werden nach Befestigung der Verteilung eingelegt, sind in ihrer ganzen Länge sichtbar und daher leicht von vorn zu kontrollieren. Die verbandsmäßig geforderte Abdeckung der Leitungsanschlüsse geschieht in einer ebenso einfachen wie geschmackvollen Weise durch eine Umrahmung der gesamten Verteilung (Fig. 5).

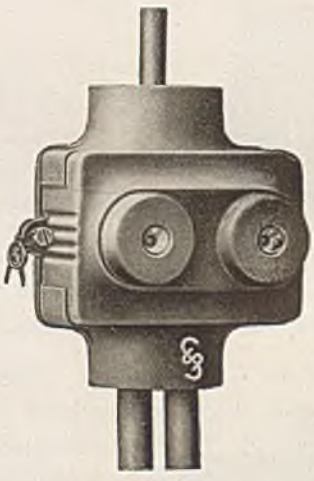


Fig. 6.
Zweipolige Hauben-Sicherung.

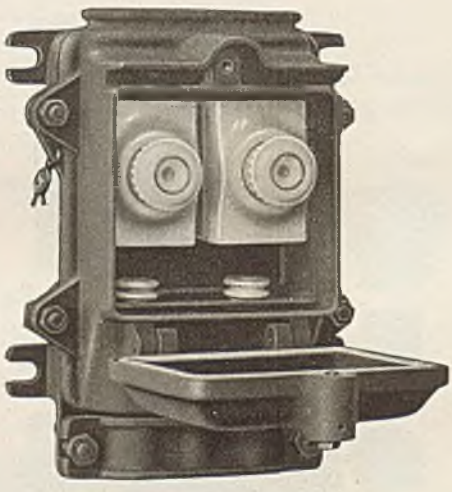


Fig. 7.
Wasserdicht gekapselte Hausanschlußsicherung für 200 Amp.

Bei den Hausanschlußsicherungen werden die Uzed-Universalsicherungen in Verbindung mit Rohrkappen-, Stutzen-, Rahmen- und Haubensicherungen oder mit gekapselten Sicherungen benutzt. Die Rohrkappen-, Stutzen- und Rahmensicherungen werden verwendet, so es sich um trockene Räume handelt und mechanische Beschädigungen nicht zu erwarten sind. Die Haubensicherungen (Fig. 6) kommen in Frage, wo ein starker Schutz gegen Beschädigungen erforderlich ist, während die gekapselten Sicherungen (Fig. 7) in Kellern, sowie in rauhen und feuchten Betrieben, wie in Hütten, Bergwerken usw., verwendet werden.

Tezed-Schalttafelsicherungen

mit rückwärtigem Bolzenanschluß für freistehende Schalttafeln

Bis 200 Ampere, 500 Volt

Die Tezed-Sicherungen für Schalttafeln mit zugänglicher Rückseite besitzen entsprechend den Vorschriften des V. D. E. rückwärtige Anschlußbolzen, die zugleich zur Befestigung des Sockels dienen. Sie werden für 15, 25, 60, 100 und 200 Ampere ausgeführt.

Fig. 8.
Tezed-Sicherung.

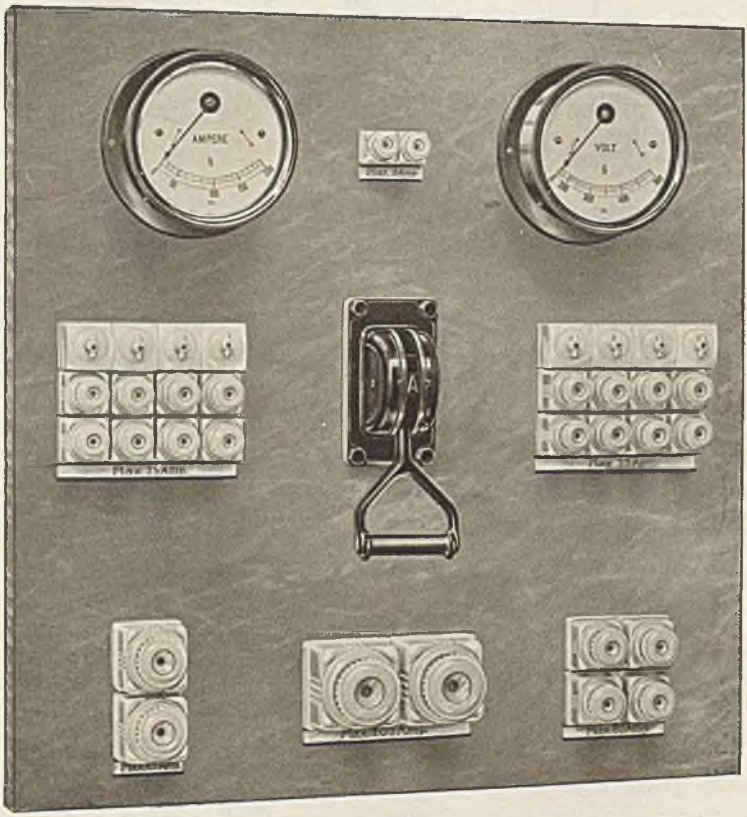


Fig. 9.
Maschinen-Schalttafel mit Tezed-Sicherungen bis 200 Amp. und viereckigen Drehschaltern.

Zweiteilige Zetaschalter und Zetasteckdosen

Die zweiteiligen Zetaschalter und Zetasteckdosen (Fig. 1 und 2), die von den Siemens-Schuckertwerken auf Grund langjähriger Erfahrungen hergestellt werden, bieten folgende vielseitigen Vorteile:

Einfache Montage — Leichte Kontrolle der Anschlüsse — Gedrungener Bau — Geringe Anzahl loser Teile — Unmöglichkeit des Lockerwerdens einzelner Teile — Erdschlußsicherheit auch auf feuchten Wänden — Gefahrloses Auswechseln der Schmelzeinsätze in dem Anschlußkopf — Einfache und billige Lagerhaltung.

Fig. 1.
Zetaschalter.

Fig. 2.
Zetasteckdose.

Die Haltbarkeit der Zetaschalter und Zetasteckdosen ist, wie sich in jahrelanger Praxis gezeigt hat, eine ganz hervorragende.

Die Schalter und Steckdosen bestehen aus Fuß und Kopf. Diese Zweiteiligkeit bietet den großen Vorteil, daß der Fuß zunächst für sich montiert werden kann, während der Kopf erst nach Beendigung der gröberen Maurer- und Montagearbeiten aufgesetzt zu werden braucht.

Die Zweiteiligkeit bringt es weiter mit sich, daß derselbe Fuß zum Aufsetzen eines Schalter- oder Steckdosenkopfes benutzt werden kann. Man ist also in der Lage, in einfacher Weise auf demselben Fuß Schalter und Steckdose gegeneinander auszuwechseln (vergl. Fig. 3 bis 5).

Ferner sind für die verschiedenen Montagearten dieselben Köpfe verwendbar und nur die Füße ändern sich je nach der Art der Montage. Umgekehrt gelten für die verschiedenen Schaltungen und Anschlüsse die gleichen Füße und nur die Köpfe sind verschieden.

Fig. 3.
Schalterkopf.

Fig. 4.
Fuß.

Fig. 5.
Steckdosenkopf.

Schalter- und Steckdosenkopf

(Fig. 3 und 5)

Der Kopf trägt bei den Schaltern den Schaltmechanismus. Die Köpfe sind, je nachdem der Schalter für einpoliges Ausschalten, sowie für Gruppen-, Hotel- oder Kronenschaltung dient, verschieden ausgebildet.

Bei den Steckdosen enthält der Kopf die Kontakthülsen für den Stecker, sowie gegebenenfalls eine zweipolige Sicherung.

Der Kopf wird mit Hilfe von Buchsen auf die Stiftkontakte des Fußes aufgesetzt.

Schalter- und Steckdosenfuß

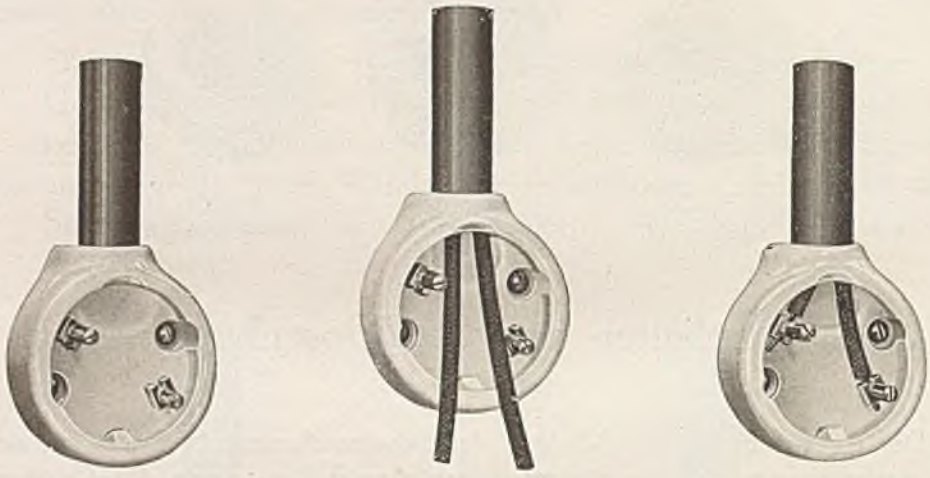
(Fig. 6 bis 11)

In dem Fuß befinden sich die Stiftkontakte zum Aufsetzen des Kopfes, sowie die Anschlußklemmen für die Leitungen.

Die Kontaktschrauben der Klemmen sind, ähnlich wie bei Steckern, als Stiftkontakte ausgebildet. Dies bedeutet eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem Schrauben- und Büchsenkontakt, indem die Leitungen, ohne daß man sie zu biegen braucht, in die Schlitzklemmen der Anschlußkontakte eingelegt und festgeklemmt werden. Bei dieser Befestigungsart fällt das zeit-

raubende Ösenbiegen gänzlich fort, und der Zustand des Kontaktes kann besser beobachtet werden als bei geschlossenem Büchsenkontakt. Auch beim Lösen der Leitungen ist ein Abbrechen der Drähte, wie es häufig beim Ösenkontakt vorkommt, nicht möglich.

Bei einpoligen Ausschaltern und Steckdosen sind zwei Stiftkontakte, bei einpoligen Umschaltern und zweipoligen Ausschaltern drei und vier Stiftkontakte vorhanden. Die Umschalterfüße können ohne weiteres durch Herausschrauben des einen Stiftes auch für Ausschalter benutzt werden, wodurch häufig Verlegenheiten vermieden werden.



Rohr ist verlegt, Fuß an der Wand befestigt. | Leitungen sind eingezogen. | Leitungen sind angeschlossen.

Fig. 6. Montage des Fußes.

Die Montage der Füße gestaltet sich, wie Fig. 6 zeigt, sehr einfach. Nachdem das Rohrnetz für den ganzen Bau verlegt ist, wird der Fuß auf das Rohr geschoben und unmittelbar auf der Wand befestigt. Jetzt erst wird mit dem Einziehen der Leitungen begonnen.

Die Füße werden in folgenden Ausführungen geliefert:

Füße für jede Art von Leitungseinführung (Fig. 7). Diese Art von Füßen, die in den meisten Fällen genügt, besitzt am Rande eine Öffnung, durch welche Rohrdrähte, Peschelrohr, Isolierrohr und offen verlegte Leitungen ohne weiteres eingeführt werden können. Um auch einen rückwärtigen Leitungsanschluß zu ermöglichen, sind im Boden dünnwandige Stellen vorgesehen, die leicht ausgebrochen werden können.

Füße für Rohreinführung (Fig. 8). Diese Füße besitzen einen nach der Wand hin offenen, hohen Rohransatz, durch den starke Rohre bequem eingeführt werden können.

Fig. 7.
Fuß für jede Art von Leitungseinführung.

Fig. 8.
Fuß für Rohreinführung.

Fig. 9.
Fuß für hintere Einführung.

Fig. 10.
Fuß für durchgehende Leitungen.

Fig. 11.
Fuß für tangentiale Einführung.

Füße für hintere Einführung (Fig. 9). Der Fuß ist außen vollständig geschlossen und besitzt nur im Boden Öffnungen zur Einführung der in der Wand verlegten oder bei Schalttafeln von hinten kommenden Leitungen.

Füße für durchgehende Leitungen (Fig. 10). Dieser Fuß wird nur für Spezialzwecke gebraucht. Er findet besonders bei der Montage der Treppenbeleuchtung große Anwendung.

Füße für tangentiale Einführung (Fig. 11). Dieser Fuß dient vorzugsweise für Montagen in Wohnräumen, in denen die Leitungen unauffällig neben dem Türpfosten geführt werden sollen. Er besitzt an der Seite eine Öffnung, durch welche Rohrdrähte, Peschel- oder Isolierrohre eingeführt werden können.

Eine Kabelverlegung durch die Trave bei Lübeck

Fig. 1. Die Kabel gleiten in den Fluß.

Zu den schwierigsten Arbeiten, die bei der Verlegung von Kabelnetzen für elektrische Stark- und Schwachstromanlagen zu bewältigen sind, gehört die Durchquerung von Flüssen oder Seen mit den Kabeln. Die Schwierigkeit beginnt schon mit der Projektierung der Anlage, bei der Aufstellung des Kostenanschlages, weil die Kosten wesentlich beeinflußt werden durch die örtlichen Verhältnisse, die Boden- und Tiefenverhältnisse des Flußbettes, die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, Eigentümlichkeiten, die, selbst wenn eine genaue Prüfung vorgenommen wurde, sich bis zum Zeitpunkt der Verlegung ändern können, und die auch verschieden sind je nach der Jahreszeit, in welcher schließlich die Arbeiten ausgeführt werden müssen. Erfahrungszahlen über die Kosten derartiger Verlegungen liegen reichlich vor, doch lassen sie bei der Aufstellung eines Voranschlages oft im Stich, weil eben in jedem einzelnen Falle besondere Verhältnisse mitsprechen.

Die Schwierigkeit der Verlegungsarbeiten selbst liegt in dem Erfordernis, jede Beschädigung der Kabel bei dem Versenken in den Fluß zu vermeiden und ihre glatte Lage in angemessenem Abstand voneinander auf dem Boden zu erzielen.

Bei dem Bau der Überlandzentrale in Lübeck, welchen die Siemens-Schuckertwerke im Auftrage der Firma „Siemens Elektrische Betriebe" ausführten, mußte die Trave bei Lübeck mit einer Anzahl von Kabeln durchquert werden, und zwar waren zu verlegen:

2 Hochspannungskabel von 3×50 mm² für 6000 Volt und 160 m Länge,
2 Niederspannungskabel von 3×35 mm² für 700 Volt und 130 m Länge,
1 zehnadriges Telegraphenkabel von 130 m Länge,
1 vierpaariges Fernsprechkabel von 160 m Länge.

Fig. 2.
Schnitt durch das Hochspannungskabel.

Fig. 3.
Schnitt durch das Fernsprechkabel.

Die Kabel waren mit einer schweren Drahtarmatur umkleidet, um sie genügend widerstandsfähig gegen die Beanspruchung auf Zug zu machen und sie gegen äußere Verletzungen zu schützen. Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch das Hochspannungskabel, Fig. 3 einen solchen durch das Fernsprechkabel.

Die beiden Hochspannungskabel, das Telegraphenkabel sowie das Telephonkabel waren jedes für sich auf je eine Trommel aufgewickelt, während die beiden Niederspannungskabel zusammen von einer Trommel getragen wurden. Die Gewichte der Kabel nebst Trommel betrugen:

Hochspannungskabel	2373 kg	Telegraphenkabel	980 kg
Niederspannungskabel . . .	2163 kg	Telephonkabel.	972 kg

Die Breite des Wasserspiegels der Trave an der Stelle, durch welche die Kabel hindurchgelegt werden mußten, beträgt 80 m bei einer größten Tiefe des Flusses von 12 m. Für die Kabel war eine Rinne von 2 m Tiefe und

10 m Breite gebaggert worden. Die große Breite der Rinne war bedingt durch die ungünstigen Bodenverhältnisse der Flußsohle.

Links auf Fig. 1 sieht man die beiden Niederspannungskabel auf einer Trommel. Die beiden Kabel sind durch Rundhölzer geführt und gleiten über schräg gelegte Rundhölzer in das Wasser. In der Mitte laufen die beiden Hochspannungskabel sowie das Telephonkabel über die große Rolle in den Fluß. Das Telegraphenkabel ist wie die Niederspannungskabel durch Rundhölzer geführt. Für die Verankerung der Kabel im Graben am Ufer der Trave wurden rechts und links vom Graben Anker ausgeworfen, die durch eine Kette verbunden waren.

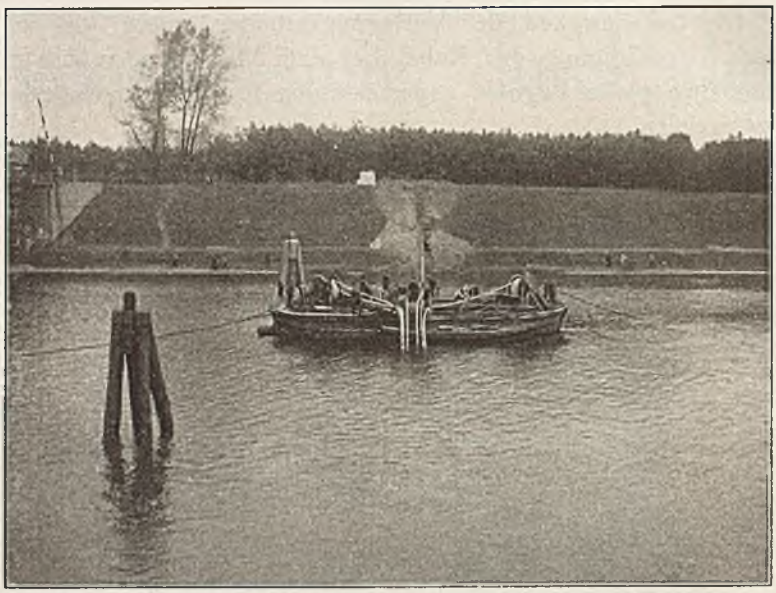


Fig. 4. Der Prahm wird durch Winden herübergezogen und die Kabel durch Abrollen von den Trommeln versenkt.

Fig. 5. Der Prahm ist ans andere Ufer gelangt und die Kabelenden sind von den Trommeln genommen. Im Vordergrund eine Winde.

Fig. 6. Die Kabelenden werden an Land gebracht.

Jedes Kabel wurde durch Umwickeln von Tauen (siehe Fig. 1) an der Kette befestigt.

Das Abrollen der Kabel erfolgte nun in der Weise, daß der Prahm durch zwei am gegenüberliegenden Ufer aufgestellte Winden (Fig. 4 und 5) langsam herübergezogen wurde, wobei natürlich die am Ankerseil befestigten Kabel in den Graben abrollen mußten.

Um ein Forttreiben oder eine Schrägstellung des Prahms zu vermeiden, waren auf beiden Ufern etwa 30 m von jeder Seite des Grabens Anker ausgeworfen, mit denen der Prahm in diesem Falle durch Trossen pendelartig verbunden war. In der Mitte des Prahms war eine Stange mit Flagge angebracht. Vom Lande aus wurde darauf geachtet, daß die Flaggenstange immer Mitte Kabelgraben war und die Lage des

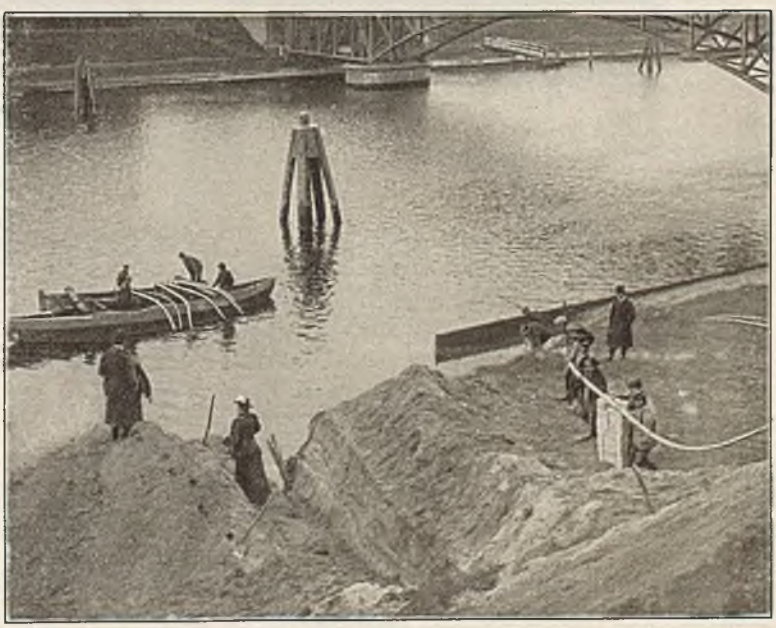


Fig. 7. Der Prahm ist unter den gestützten Kabelenden hinweggezogen.

Prahms durch Anziehen oder Nachlassen der obenerwähnten seitlichen Trossen (Fig. 4) immer richtig erhalten blieb. Die Befestigung der seitlichen Pendeltrossen wird von Fall zu Fall, den örtlichen Verhältnissen entsprechend, ausgeführt werden müssen, so z. B., wie hier, an etwa vorhandenen Eisbrechern oder an einem im Flußbett verankerten Kahne oder dergleichen.

Das Herüberziehen des Prahms von einem Ufer zum andern dauerte 2 Stunden. Während der ganzen Zeit wurde durch stärkeres oder schwächeres Bremsen der einzelnen Kabeltrommeln darauf hingearbeitet, daß von jeder Trommel das Kabel gleichmäßig abrollte und der Abstand der einzelnen Kabel voneinander der gewünschte blieb.

Fig. 8.
Der Taucher kommt nach Prüfung der Kabelverlegung wieder an die Oberfläche.

Nachdem der Prahm das andere Ufer erreicht hatte, wurden, wie Fig. 6 zeigt, die Kabelenden von den Trommeln abgezogen und ans Land getragen. Darauf wurden die aus dem Wasser herausreichenden Teile der Kabel durch zwei nebeneinandergekuppelte Beiboote gestützt (Fig. 7) und dann der Prahm unter den Kabeln fortgezogen.

Durch Anziehen jedes einzelnen Kabels vom Land aus und Hinablassen vom Beiboot ins Wasser wurde erreicht, daß auch an diesem Ufer die Kabel in der Baggerrinne die richtige Lage einnahmen. Ein Taucher (Fig. 8) hat nach der Verlegung die Lage der Kabel unter Wasser verfolgt, um zu untersuchen, ob nicht eine Kreuzung der Hochspannungskabel mit den Fernsprech- oder den Niederspannungskabeln stattgefunden hatte. Der Taucher konnte feststellen, daß die Lage der Kabel unter Wasser vollständig einwandfrei war, worauf schließlich das Zuschütten der Baggerrinne mit Sand erfolgte.

Motortragen und Motorschleifen

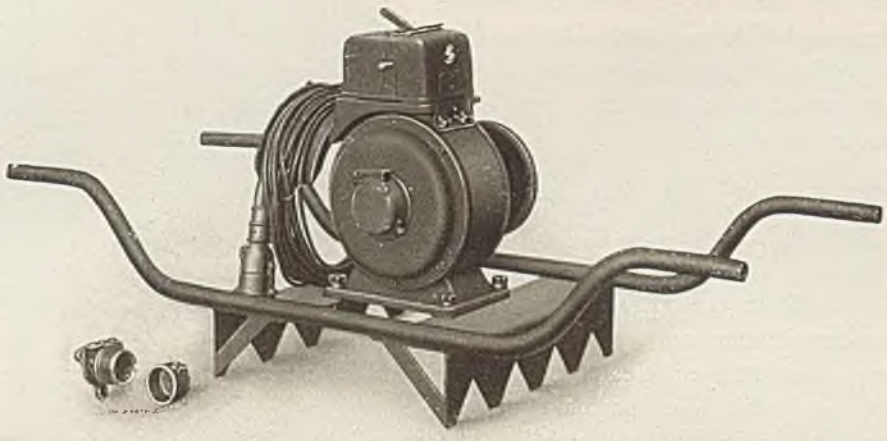


Fig. 1.
Motortrage ohne Vorgelege.

Durch den zunehmenden Leutemangel, die stetig wachsenden Arbeitslöhne, sowie die Kosten für das Halten von Zugvieh wird es für den Landwirt immer schwieriger, aus der Scholle einen angemessenen Ertrag zu gewinnen. Hier kommt ihm der Elektromotor zu Hilfe, nachdem infolge des Baues immer neuer Überlandkraftwerke und der dadurch ermöglichten billigen Erzeugung elektrischen Stromes der Landwirt in die Lage gekommen ist, elektrischen Antrieb für seine verschiedenen Arbeitsmaschinen auf Hof und Feld einzuführen und dadurch den Wirtschaftsbetrieb günstiger zu gestalten. Der Elektromotor verursacht für seine Anschaffung nur geringe Kosten, braucht kaum eine Wartung, ist jederzeit betriebsbereit und besitzt für landwirtschaftliche Zwecke noch den besonderen Vorteil, daß er sich leicht an jede Arbeitsstätte hinbringen läßt und auch in Scheunen, Futterböden, Kornkammern usw. ohne jede Feuersgefahr verwendet werden kann.

Da die Benutzungsdauer der einzelnen landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen eines Gutes meist zu gering ist, um die Aufstellung besonderer feststehender

Motoren für jeden Antrieb zu rechtfertigen, so ergibt sich die Notwendigkeit, zum Betriebe mehrerer an verschiedenen Orten aufgestellter Arbeitsmaschinen nur einen Motor zu verwenden und diesen deshalb transportfähig zu machen.

Von den durch die Siemens-Schuckertwerke ausgebildeten transportablen Motoren sollen im folgenden die Motortragen und Motorschleifen kurz beschrieben werden.

Fig. 2. Motortrage.

Motortragen

Die Motortragen (Fig. 1 bis 4) bestehen aus einem aus schmiedeeisernen Rohren angefertigten Gestell mit Tragarmen, auf das ein normaler Drehstrommotor aufgeschraubt wird. Dieser Motor ist zum Schutze gegen mechanische Beschädigungen sowie gegen Eindringen von Staub, Feuchtigkeit und ammoniakhaltiger Luft, wie letztere z. B. in Ställen anzutreffen ist, vollständig geschlossen ausgeführt. Die Drehzahl ist 1000 oder 1500, als Spannungen kommen 120, 210, 380 oder 500 Volt in Frage.

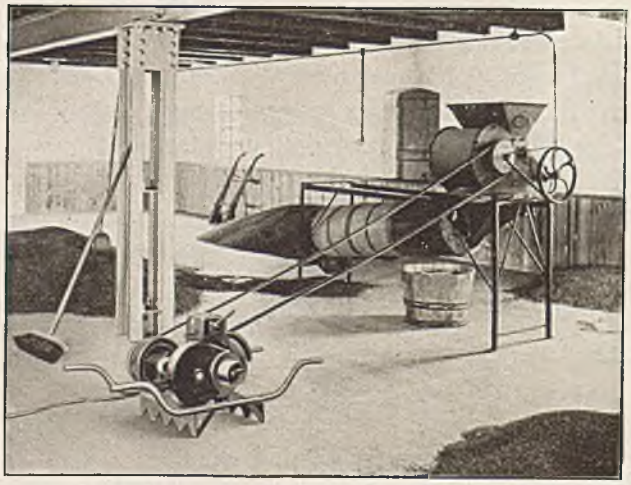


Fig. 3.
Elektrischer Antrieb einer Kornreinigungsmaschine.

Die Tragen werden für Leistungen zwischen 0,3 und 2 PS gebaut. Sie werden entweder ohne Vorgelege geliefert (Fig. 1) oder sie erhalten zur Herabsetzung der Drehzahl ein angebautes Zahnrad-Vorgelege mit der Übersetzung 1:6. Um die Tragen für möglichst viele Zwecke brauchbar zu gestalten, werden sie mit einer Riemenscheibe und zwei Schnurläufen ausgerüstet, die bei den Tragen ohne Vorgelege auf der

Motorwelle, andernfalls auf der Vorgelegewelle befestigt sind. Auf Wunsch kann aber auch bei Tragen mit Vorgelege die Motorwelle außerdem noch eine Riemenscheibe mit einem Schnurlauf erhalten.

Schalter und Sicherungen sind in einem regensicheren Gehäuse auf dem Motor aufgebaut. Die Sicherungen sind so angeordnet, daß sie erst in der Betriebs-

Fig. 4.

Motortrage auf einem Gutshofe.

stellung des Schalters im Stromkreise liegen, also durch den Anlaßstrom nicht zum Schmelzen gebracht werden können.

Die zum Anschluß des Motors dienende Gummiaderleitung mit Kordelumklöppelung, deren Ausführung den rauhen Betriebsverhältnissen angepaßt ist, wird mit einem Ende an den Klemmen des Motors befestigt und mit dem andern Ende durch eine Steckvorrichtung an die feste Leitung, z. B. an der Wand einer Scheune usw., angeschlossen. Zur Aufnahme der Leitung nach beendetem Betriebe dient ein an der Trage befestigter Kabelsattel, auf dem etwa 30 m Kabel Platz finden.

Motorschleifen

Motorschleifen (Fig. 5) bestehen aus zwei Holzkufen mit Eisenbeschlag, die durch hölzerne Querversteifung verbunden und mit vier schmiedeeisernen Haken zum Einhängen von Ketten oder Tauen versehen sind. Sie tragen einen mit Schleifringrotor ausgeführten Drehstrommotor offener Bauart, der für 2,5 bis 11 PS, Drehzahlen von 1000 oder 1500 und Spannungen von 120, 210 oder 500 Volt gebaut wird. Gegen Beschädigungen, Nässe usw. werden Motor und Apparate durch eine leicht abnehmbare Blechhaube mit Lüftungsöffnungen geschützt. — Zum Anlassen dienen Anlaßschalter oder Anlaßwalzen, die unter der Blechhaube angebracht sind und von außen bedient werden. Zum Schutze gegen Überlastung des Motors sind Sicherungen vorgesehen. Als Antriebsscheiben verwendet man normale Riemenscheiben, für die kleineren Typen auch solche mit zwei Schnurläufen.

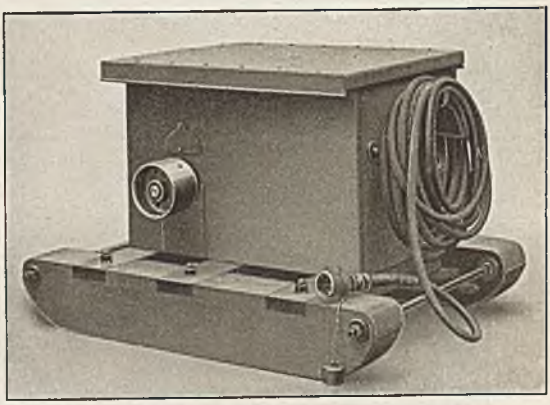


Fig. 5. Motorschleife.

Fig. 6.
Antrieb eines Dreschkastens durch Motorschleife.

Der Anschluß des Motors an die Leitung erfolgt wie bei den Motortragen. Der Kabelsattel zur Aufnahme der Gummiaderleitung für den Anschluß des Motors ist an der Schutzhaube angebracht.

Figur 6 zeigt die Verwendung einer Motorschleife zum Antrieb eines Dreschkastens.

Transformatorwagen

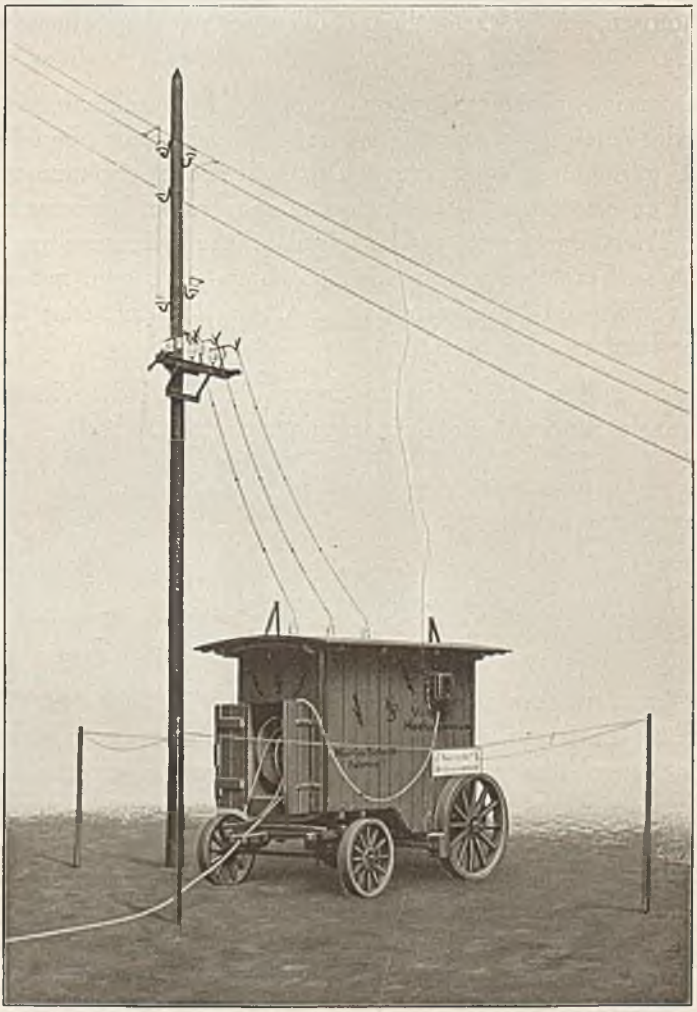


Fig. 1.
Transformatorwagen für einen Drehstrom-Öltransformator,
bis 50 KVA, 5000 Volt und 50 Perioden,
mit Kabeltrommel und Mastanschluß.

Die stetig zunehmende Anzahl der elektrischen Überlandzentralen und die wachsende Ausdehnung des von ihnen gespeisten Gebietes ermöglicht es jetzt, Elektromotoren auch da als Quelle mechanischer Kraft zu verwenden, wo bisher ein mechanischer Kraftbetrieb überhaupt nicht möglich war, oder wo andere Kraftquellen, wie Dampfmaschinen oder Explosionsmotoren, in wirtschaftlicher oder technischer Hinsicht ungünstig arbeiten.

Da man, um mit geringem Leitungsquerschnitt auszukommen und größere Verluste in der Zuleitung zu vermeiden, bei großen Entfernungen die elektrische Energie mit geringer Stromstärke, also unter hoher Spannung übertragen muß, so wird es erforderlich, die Hochspannung an der Verbrauchsstelle durch sogenannte „Transformatoren" in die ungefährliche Gebrauchsspannung herabzusetzen. Diese Transformatoren, die aus einem ruhenden, mit zwei Kupferwicklungen versehenen Eisenkern bestehen, werden entweder für feste Aufstellung oder fahrbar ausgeführt.

Im folgenden soll auf die Verwendungsgebiete und die Konstruktion der fahrbaren Transformatoren näher eingegangen werden.

Verwendungsgebiete

Fahrbare Transformatoren eignen sich für die Fälle, in denen Verbrauchsstellen in weiter Entfernung von einem Niederspannungsnetz, aber im Bereich von Hochspannungsleitungen liegen. Der fahrbare Transformator wird direkt an die Hochspannungsleitungen angeschlossen und setzt die Hochspannung an Ort und Stelle auf das erforderliche Maß herab, so daß besondere fest verlegte Niederspannungsleitungen fortfallen. Häufig erfolgt der Anschluß unmittelbar an die Fernleitung der Überlandzentrale, in einzelnen Fällen sind besondere Hochspannungs-Stichleitungen erforderlich, die sich dann aber mit geringen Kosten herstellen lassen.

Der fahrbare Transformator bietet, abgesehen davon, daß die Kosten für die Niederspannungsleitungen fortfallen, noch den Vorteil, daß er dann, wenn er nicht gebraucht wird, in der Regel abgeschaltet ist, und daß auf diese Weise unnötige Verluste in den Transformatoren und Leitungen vermieden werden.

Endlich kann ein fahrbarer Transformator im Bedarfsfalle als Aushilfe für einen feststehenden Transformator verwendet werden, vorausgesetzt, daß die Unterspannung beider Transformatoren übereinstimmt.

Fig. 2.
Transformatorwagen mit Drehstromtransformator
bis 15000 Volt.
Hochspannungsraum geöffnet.

Mit Rücksicht auf die genannten Vorteile beschaffen größere Überlandzentralen in zunehmendem Maße fahrbare Transformatoren, um sie in geeigneten Fällen leihweise an Stromverbraucher abzugeben.

Als Anwendungsgebiete der fahrbaren Transformatoren sind besonders solche zu nennen, bei denen die elektrischen Verbrauchskörper, wie Motoren oder Lampen, ihren Standort wechseln, wie es z. B. bei Baggern, Steinbrechern, Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen, größeren Bohrfeldern, Torfpressen, Moorkulturen usw. der Fall ist.

Fig. 3.
Transformatorwagen für zwei Unterspannungen (380 und 220 Volt).
Unterspannungsraum geöffnet.

Eine besonders wichtige Verwendung findet der fahrbare Transformator in der Landwirtschaft. Gerade die Einführung des Elektromotors in die Landwirtschaft hat auf die Ausbildung des fahrbaren Transformators anregend und fördernd gewirkt.

Unter den landwirtschaftlichen Arbeiten, für die der fahrbare Transformator hauptsächlich in Frage kommt, sei zunächst das Dreschen auf dem Felde genannt. Sobald es sich bei dieser Arbeit um größere Leistungen handelt, und die Entfernung vom Gutshofe erheblich ist, reicht der feststehende Transformator, der die Licht- und Kraftanlage des Gutshofes speist, mit seiner Spannung von 220 bis 380 Volt nicht mehr aus. Hier erweist sich der fahrbare Transformator als besonders wertvoll. Der Landwirt, der mit Hilfe eines solchen Transformators auf dem Felde drischt, hat es z. B. nicht nötig, die Staken nach dem Gutshofe abzufahren und, wie es oft erforderlich ist, das Stroh nach dem Dreschen wieder auf das Feld zurückzubringen. Wie ersichtlich ist, gewinnen die elektrischen Dreschsätze erst durch den fahrbaren Transformator ihre volle Bewegungsfreiheit. Aus diesem Grunde gehen Dreschgenossenschaften gern dazu über, ihren Dreschsatz durch Beschaffung eines fahrbaren Transformators zu vervollständigen. Der allgemeinen Einführung des elektrischen Dreschens, das so wesentliche Ersparnisse an Gespannen, Leuten und Zeit mit sich bringt, wird auf diese Weise die Bahn geebnet.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet des fahrbaren Transformators bilden die elektrischen Pflüge, wie sie von den Siemens-Schuckertwerken nach dem Ein- und Zweimaschinensystem gebaut werden. Auch hier handelt es sich um erhebliche Energiemengen, die sich nicht mehr mit geringen Spannungen übertragen lassen und daher in den meisten Fällen einen fahrbaren Transformator erforderlich machen. In besonderen Fällen kann man allerdings, anstatt einen fahrbaren Motor zu beschaffen, neben dem Transformator für die Licht- und Kraftanlage des Gutshofes einen zweiten feststehenden Transformator aufstellen, der die Hochspannung der Überlandzentrale auf einen mittleren Wert von 1000 Volt herabsetzt. Mit dieser Spannung von 1000 Volt können dann die elektrischen Pflüge und die Dreschmotoren auf dem Felde gespeist werden.

Ausführung des fahrbaren Transformators

Die fahrbaren Transformatoren werden in der Weise ausgeführt, daß ein normaler Transformator mit Ölisolierung nebst den für den Betrieb notwendigen Schalt- und Sicherheitsapparaten in einen vollständig abgeschlossenen Wagen gestellt wird.

Die Figuren 1 bis 4 zeigen Transformatorwagen der von den Siemens-Schuckertwerken ausgebildeten Bauart.

Die Räder sind aus Holz hergestellt und mit verschraubten Flanschnaben (Geschützнaben) versehen. Die Vorderräder haben 800 mm Durchmesser und 120 mm Breite, die Hinterräder 1200 mm Durchmesser und 150 mm Breite. Der große Durchmesser der Hinterräder, der durch Kröpfen der Achse möglich gemacht ist, bringt es mit sich, daß der Wagen auch auf schlechten Wegen, auf dem Felde usw. leicht fährt.

Die beiden Achsen sind durch besonders weiche Federn aus bestem Material mit dem Gestellrahmen verbunden, so daß der Transformator gegen Erschütterungen beim Fahren geschützt ist.

Das Innere des Transformatorwagens ist durch ein Querschott in einen Hochspannungsraum und einen Unterspannungsraum geteilt, die beide durch verschließbare Türen zugänglich sind.

Im Hochspannungsraum wird der Transformator mit den zugehörigen Schutzapparaten untergebracht. Sein Eisenkern mit den Wicklungen steht in einem allseitig geschlossenen, mit Öl gefüllten Kessel. Der Transformator ist so durchgebildet, daß er den Beanspruchungen, denen der Wagen in dem rauhen landwirtschaftlichen Betriebe ausgesetzt ist, vollständig standhält. Als Schutzapparate auf der Hochspannungsseite dienen je nach der Größe der Leistung oder der Höhe der Spannung entweder Sicherungen oder ein Ölschalter, der bei bestimmter Überlastung in Tätigkeit tritt und den Strom selbsttätig abschaltet.

Bei Spannungen über 5000 Volt werden im Hochspannungsraum noch Schutzdrosselspulen untergebracht. Diese haben den Zweck, zu verhindern, daß der Transformator durch Überspannungen, die in der Leitung auftreten können, gefährdet wird.

Der Unterspannungsraum enthält die Schmelzsicherungen, den Wattstundenzähler und die Anschlußdose für das Kabel. Der Zähler wird bei hohen Spannungen und Leistungen mit Spannungs- und Stromtransformatoren und mit Spannungssicherungen geliefert. Falls der fahrbare Transformator für zwei verschiedene Unterspannungen eingerichtet ist, um ihn z. B. sowohl zum Pflügen als auch zum Dreschen verwenden zu können, so werden die erwähnten Apparate doppelt angebracht.

In Transformatorenwagen für niedere Spannungen, bei denen die Drosselspulen wegfallen und daher der nötige Platz vorhanden ist, kann eine Kabeltrommel untergebracht werden. Das auf dieser Trommel aufgewickelte Kabel

läßt sich mit dem zum Motor führenden Kabel kuppeln, wodurch bei gegebener Stellung des Transformatorwagens der räumliche Arbeitsbereich des Motors erweitert wird.

Der Transformatorwagen wird mit Hilfe eines mit Kupferhaken versehenen Mastanschlußapparates an die Hochspannungsleitung angeschlossen. Dieser Apparat, dessen Konstruktion den Siemens-Schuckertwerken geschützt ist, wird entweder ohne oder mit Ausschalter geliefert. Bei den Apparaten ohne Ausschalter sitzen die Kupferhaken isoliert auf einem den Mastanschlußapparat tragenden Winkeleisen. Bei den Apparaten mit Ausschalter sind sie dagegen isoliert auf einer zum Winkeleisen parallelen Welle befestigt. Sie sind in diesem Falle mit bügelförmigen Fortsetzungen versehen, die sich beim Einschalten in ebenfalls bügelförmige, isoliert auf dem Winkeleisen befestigte Kontakte des Anschlußapparates einlegen. Die Bügel wirken in ähnlicher Weise wie die von den Siemens-Schuckertwerken in Hochspannungsanlagen verwendeten Hörnerableiter. Das Ein- und Ausschalten geschieht mit einer isolierenden Schaltstange.

Die Verbindung des Transformatorwagens mit dem Mastanschlußapparat erfolgt durch drei blanke oder isolierte bewegliche Leitungen, die an einem Ende mit dem Transformatorwagen verbunden sind. Das andere Ende jeder Leitung trägt einen Ring, der mit Hilfe der isolierenden Schaltstange in je einen Haken des Mastanschlußapparates eingehängt und nach Beendigung der Arbeit wieder aus dem Haken herausgehoben wird. Das Einhängen und Abnehmen der Ringe erfolgt immer nur im stromlosen Zustand. Die Länge der beweglichen Leitungen kann zwischen drei und sechs Metern verändert werden, so daß man der verschiedenen Höhe der Mastanschlußapparate Rechnung tragen und den Transformatorwagen auch nötigenfalls einige Meter vom Mast entfernt aufstellen kann.

Sowohl der Transformatorwagen als auch die Schaltstange werden mit geeigneten Erdungsvorrichtungen ausgerüstet.

Bei Transformatorleistungen bis 70 KVA kann der Wagen auf ebenen Straßen ohne Schwierigkeit von zwei mittelstarken Pferden gezogen werden. Damit die Pferdeknechte nicht in Versuchung kommen, schnell zu fahren, erhält der Wagen keinen Kutschersitz. Außerdem ist auf dem Wagen die Aufschrift „Nur im Schritt fahren“ angebracht.

Der Wagen besitzt eine kräftig und zuverlässig wirkende Handbremse, die vom hinteren Teile des Wagens aus zu bedienen ist.

Die oben beschriebenen Wagen sind in großer Zahl für Spannungen von 5000 bis 30000 Volt und für Leistungen von 25 bis 100 KVA geliefert und

zwar nicht nur für landwirtschaftliche Zwecke, sondern auch für eine Reihe anderer Betriebe, wie sie oben gekennzeichnet sind. Eine bemerkenswerte Anwendung hat der fahrbare Transformator z. B. beim Betriebe von Diamantwäschen in Südafrika gefunden.

Fig. 4.

Transformatorwagen für den Einmaschinenpflug der Siemens-Schuckertwerke, betriebsfertig.

70 KVA, 15000 Volt, 50 Perioden, mit Anschlußdose und eingebauten Schaltern. Mastschalter mit Schaltstange.

Elektrisches Dreschen

Unter den Verwendungsgebieten des Elektromotors für landwirtschaftliche Zwecke steht, abgesehen vom elektrischen Pflügen, das elektrische Dreschen an erster Stelle.

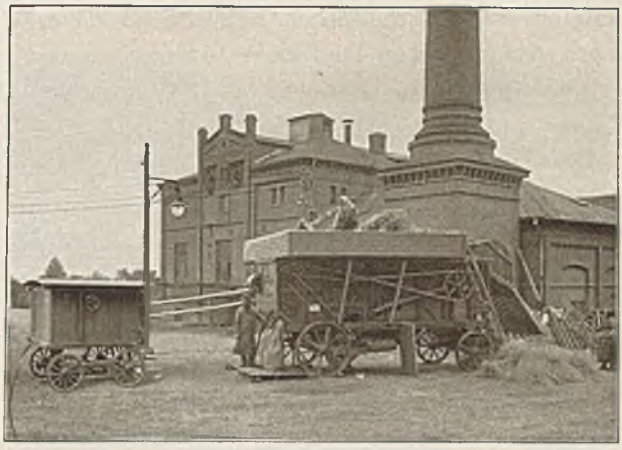


Fig. 1. Elektrisches Dreschen auf dem Hofe.

Der Elektromotor besitzt den Vorteil eines geringen Gewichtes, großer Beweglichkeit und des Fortfalles jeglicher Bedienung beim Betriebe. Die Vorbereitung für die Inbetriebsetzung, wie z. B. bei Lokomobilen das Anheizen des Kessels, das Herbeischaffen von Wasser und Kohlen usw., fällt beim Elektromotor fort. Ferner ergeben sich Ersparnisse an Betriebskosten, indem der Motor während jeder Arbeitspause in einfachster Weise stillgesetzt werden kann und dann keine Energie verbraucht, während eine Dampf-Lokomobile auch in den Arbeitspausen unter Dampf gehalten werden muß.

Der Motor paßt sich in seinem Energieverbrauch der jeweiligen Belastung an und arbeitet auch bei geringer Belastung mit hohem Wirkungsgrad. Wenn z. B. nur schwach eingelegt oder eine leicht zu verarbeitende Halmfrucht gedroschen wird, so entspricht der Verbrauch an elektrischer Energie der dabei vorliegenden geringen Belastung. Im Gegensatz dazu ist der Brennstoffverbrauch der Lokomobile bezw. des Explosionsmotors bei Halblast nicht entsprechend geringer als bei Vollast.

Das leichte Gewicht des Elektromotors gestattet ein Heranbringen unmittelbar an die Stelle, an der gerade gedroschen werden soll (Fig. 2—4). Auch kann man den Motor, weil jede Feuersgefahr ausgeschlossen ist, in die Scheune selbst hineinfahren.

Die Verwendbarkeit des Motors in den Scheunen und die stete Betriebsbereitschaft ermöglichen dem Landwirt, die Arbeiter auch bei ungünstigem Wetter stets voll zu beschäftigen; so können bei eintretendem Regen die Arbeiter sofort in der Feldscheune zum Dreschbetriebe herangezogen werden.

Die Vorzüge des Elektromotors sind so bedeutend, daß sie selbst da, wo der Strompreis verhältnismäßig hoch ist, die Einführung des elektrischen Antriebes rechtfertigen (vgl. Druckschrift 294, 295 und 358).

Die von den Siemens-Schuckertwerken ausgebildeten Elektromotoren und Apparate zum Antrieb landwirtschaftlicher Maschinen sind entsprechend dem rauhen landwirtschaftlichen Betriebe so dauerhaft ausgeführt, daß sie getrost auch den einfachen ländlichen Arbeitern anvertraut werden können.

Die Bedienung erstreckt sich nur auf die Wartung der Bürsten und der Lager und gelegentliche Säuberung des Kabels, wozu besondere Erfahrung oder Geschicklichkeit nicht erforderlich ist.

Von den transportablen Motoren der Siemens-Schuckertwerke sollen hier die Motorkarren und Motorwagen kurz beschrieben werden.

A. Die Motorkarre

Die Motorkarre besteht aus einem kleinen zweirädrigen Wagen, der von Menschen oder von Tieren fortbewegt werden kann, und auf dem der Elektromotor nebst Schaltapparaten aufgebaut ist. Der Motor wird mit einer Blechschutzhaube (Fig. 2) geliefert. An der Stirnseite des Schutzkastens ist zur Aufnahme des Kabels während des Transportes ein Kabelsattel angebracht. Die Bedienung der Anlasser erfolgt bei der kleineren Type von 2,5 bis 5 PS durch einen Griff unter dem Kabelsattel, bei größeren Typen durch ein Handrad auf der Schutzhaube. Der Hauptschalter ist mit dem Anlasser zusammengebaut.

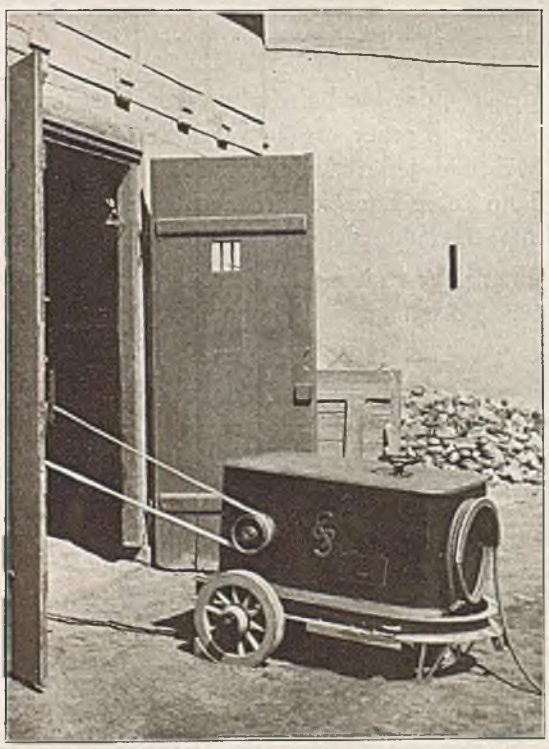


Fig. 2. Motorkarre.

Motorkarren werden mit Motoren von etwa 2,5 bis 9 PS ausgerüstet. Bei größeren Leistungen würde das Gewicht für eine zweirädrige Ausführung zu groß werden.

B. Der Motorwagen

Für größere Leistungen benutzen die Siemens-Schuckertwerke vierrädrige Wagen mit Motoren von 10—16, 16—25 und 26—50 PS. Die Ausführung der Wagen sowie die Konstruktion der Motoren, Anlaßwalzen, Kabel usw. entspricht langjährigen praktischen Erfahrungen.

Fig. 3. Dreschmaschine mit Elektromotor an der Feldscheune.

Der Motorwagen besteht aus einem hölzernen Wagenkasten mit festem Untergestell und vier hölzernen Rädern mit Eisenbandagen. Das Wageninnere ist durch Querwände in vier abgeschlossene Räume geteilt, in denen der Motor mit Anlaßwalze, die Kabeltrommel oder der Kabelsattel, die Riemenscheibe und die mitzuführenden Werkzeuge Aufnahme finden. Bei der einfacheren Form fallen der geschlossene Riemenkanal und der Werkzeugraum weg. Diese Wagen werden außerdem nur mit Kabelsattel ausgerüstet. Durchmesser und Breite der Räder sind so groß, daß die Wagen auch auf schlechten Wegen leicht gefahren werden können.

Das eiserne Vordergestell ist um einen Drehzapfen drehbar, wodurch sich der Wagen bequem lenken läßt. Der Wagenkasten ruht auf der Hinterachse und dem Drehzapfen des Vordergestelles, also auf drei Punkten, so daß er auch auf unebenem Terrain durch Verziehen oder Verkanten nicht leidet. Zur Feststellung am Arbeitsplatze werden Klötze zwischen die Räder gelegt (Fig.1). Jeder Wagen erhält außerdem eine kräftige Handbremse.

Der Elektromotor ist in der normalen offenen Bauart und mit Schleifringrotor ausgeführt. Zum Anlassen dient eine einfach und dauerhaft ausgeführte Anlaßwalze. Diese wird durch ein Handrad betätigt, das mit Rücksicht auf die erforderliche Bewegungsfreiheit in der Aufstellung des Wagens auf seine rechte oder linke Längsseite umgesteckt werden kann. Mit der Anlaßwalze ist der Schalter zum Abschalten des Motors vom Netz zusammengebaut. Die Motorbedienung beschränkt sich mithin auf das Drehen des Handrades. Zum Schutz des Motors gegen unzulässige Überlastung sind Sicherungen eingebaut.

Zur Stromzuführung dient ein bewegliches, den Anforderungen des rauhen landwirtschaftlichen Betriebes entsprechend hergestelltes Kabel. Seine Konstruktion, insbesondere die äußere Umhüllung, hat sich zur vollsten Zufriedenheit bewährt. Das Kabel wird auf eine Kabeltrommel oder einen Kabelsattel im Innern des Motorwagens aufgewickelt. Die Verbindung zwischen dem Kabel und dem Motor erfolgt über Schleifringe, die an die Kabeltrommel angebaut

Fig. 4. Dreschen auf dem Felde. Links Motorwagen, rechts Transformatorwagen.

sind. In beiden Fällen wird eine Anschlußdose mit Stecker gespart und das Kabel geschont, indem man bei Inbetriebsetzung des Motors nur eine der Entfernung des Wagens von der festen Leitung entsprechende Kabellänge abzuwickeln braucht.

An der Wagendeichsel kann ein kleiner Kabelsattel zum Auflegen des ausgerollten Kabels befestigt werden. Ebenso kann an die Wagendeichsel ein kleiner schmiedeeiserner Ausleger zur Befestigung einer Glühlampenarmatur angeschraubt werden (Fig. 1, 3 und 4), so daß man die Drescharbeit auch bei Dunkelheit fortsetzen kann. Die Deichsel wird dann an dem Wagen hochgerichtet und durch eine einfache Vorrichtung in der senkrechten Lage festgehalten.

Führt eine Hochspannungsleitung in der Nähe der Stakenplätze oder an den Feldscheunen vorbei, so empfiehlt sich die Verwendung eines fahrbaren Transformators (Fig. 4), der mittels eines Mastschalters an die Hochspannungsleitung angeschlossen wird und die Hochspannung auf die Gebrauchspannung herabsetzt. Man hat dann keine besonderen Niederspannungsleitungen nötig und kann das elektrische Dreschen an jeder gewünschten Stelle des Feldes vornehmen. Hierdurch werden Zeit, Gespanne und Leute gespart und der Verlust an Frucht auf dem Wege vom Felde zum Gutshofe vermieden.

Der Elektropflug nach dem Einmaschinensystem

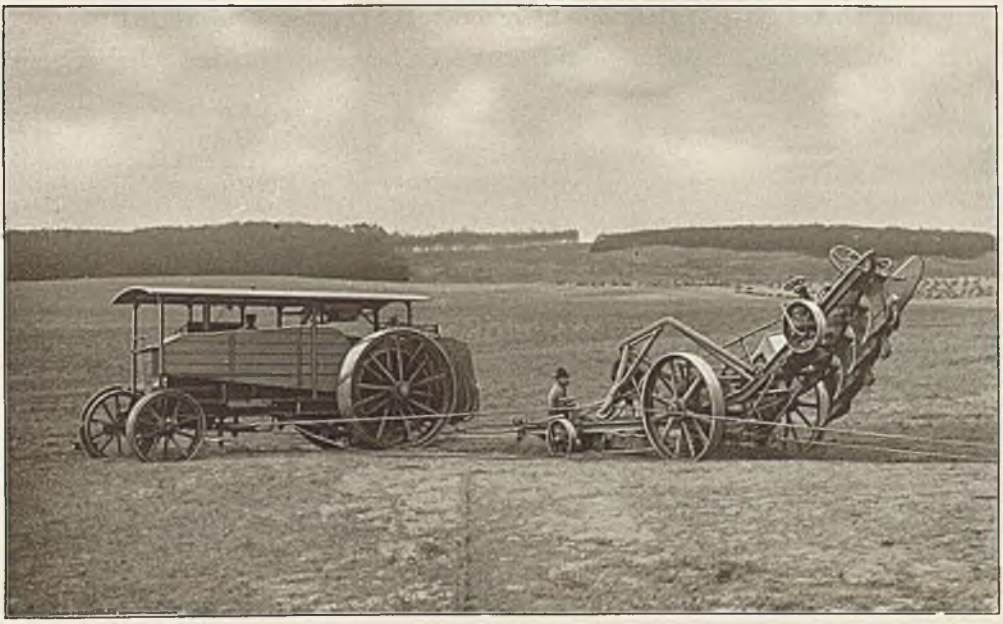


Fig. 1.
Windenwagen in Arbeitsstellung mit fünfscharigem Kipp-Pflug.

Die Siemens-Schuckertwerke liefern Elektropflüge sowohl nach dem Einals auch nach dem Zweimaschinensystem. Während das letztere auf den Seiten 113 bis 116 beschrieben ist, soll im folgenden auf das Einmaschinensystem näher eingegangen werden.

Als Stromart kann Gleichstrom oder Drehstrom zur Anwendung kommen. Da aber die zuletzt genannte Stromart aus wirtschaftlichen Gründen von den Überlandkraftwerken fast ausschließlich verteilt wird, so sind die Elektropflüge in letzter Zeit stets mit Drehstrommotoren versehen worden.

Die vollständige Ausrüstung eines Elektropfluges nach dem Einmaschinensystem setzt sich zusammen aus: Windenwagen, Ankerwagen, Pflugseil, Ackergerät, Transformatorwagen und Leitungskabel.

Bei diesem System arbeitet auf der einen Seite des Feldes der Windenwagen, während ihm gegenüber in einer Entfernung von etwa 300 bis 400 m der Ankerwagen aufgestellt wird, falls nicht unter besonderen Verhältnissen die Einrichtungen so getroffen werden, daß man bis 450 m Entfernung pflügen kann.

Von dem Windenwagen bis zum Ankerwagen und wieder zurück läuft das Pflugseil, an welchem das eigentliche Ackergerät, nämlich der Kipp-Pflug, der Rübenheber, die Walze, die Egge oder dergleichen befestigt ist.

In Fig. 2 ist die Aufstellung des Maschinensatzes schematisch wiedergegeben.

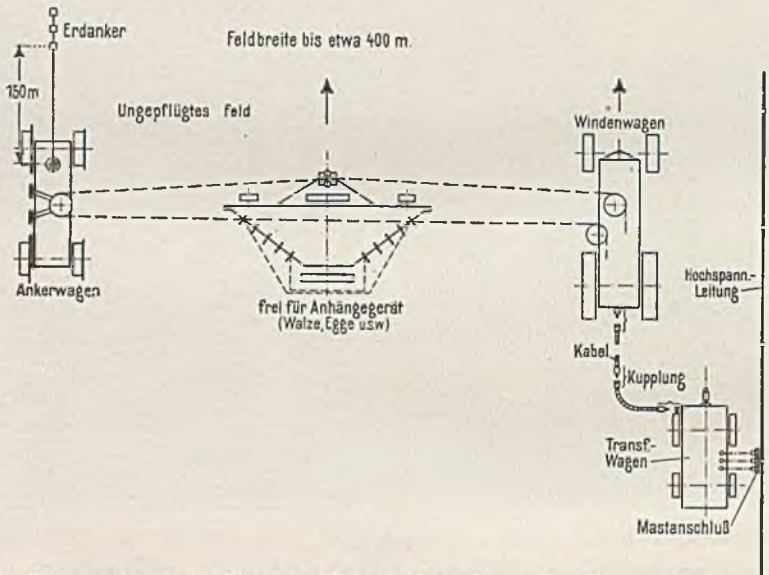


Fig. 2. Schema der Aufstellung des Einmaschinenpfluges der Siemens-Schuckertwerke.

1. Windenwagen

Auf dem Windenwagen befinden sich: der Elektromotor mit den zugehörigen Schalt- und Sicherheitsapparaten, das ganze Getriebe und die Pflugseiltrommeln. Sein Gewicht ohne Drahtseile, Sporen und Kabel beträgt etwa 11 500 kg, während das Dienstgewicht ausschließlich Kabel sich auf etwa 13500 kg beläuft. Die einzelnen Teile des Windenwagens sind für einen höchsten Seilzug von 4000 kg berechnet.

Die Abmessungen in Metern sind aus der nachstehenden Zusammenstellung ersichtlich:

		Länge	Breite	Höhe
Außenmaße des Wagens		6,4	2,6	3,5
Räder	vorn	—	0,35	1,3
	hinten	—	0,5	2,3

Auf die reichlichen Abmessungen der Räder sei ganz besonders aufmerksam gemacht, weil sie aus den landwirtschaftlichen Bedürfnissen heraus gewählt sind und nicht nur ein sicheres und leichtes Fahren des Windenwagens

Windenwagen. Kipp-Pflug. Ankerwagen.

Fig. 3. Vollständiger Pflugsatz.

auch auf weichem, nassem Boden gestatten, sondern auch die erforderliche Standfestigkeit gewährleisten. Dabei sind durch eigenartigen Aufbau der ganzen Radkonstruktion außerordentlich niedrige Gewichte erzielt worden.

Bei der normalen Ausführung kommt ein regensicher gekapselter Elektromotor zur Anwendung, und der ganze Wagen erhält ein durchgehendes Schutzdach, während die Seiten freibleiben, damit der für das Einmaschinensystem erforderliche allseitig freie Ausblick gesichert ist (Fig. 3). Nur auf besonderen Wunsch wird der Führerstand mit einem geschlossenen Schutzhause versehen, und dann ein Elektromotor normaler offener Bauart aufgestellt. Die Abmessungen des Windenwagens sind so gewählt, daß Motoren von 60 bis 90 PS Dauerleistung eingebaut werden können. Von ihren Wellen aus wird die Kraft durch Riemenscheiben und Riemen auf das Getriebe übertragen,

das entweder auf die Pflugseilwindetrommeln oder auf die Hinterräder des Wagens geschaltet werden kann. Dabei ist die Anordnung so getroffen, daß jedes dieser beiden Hinterräder einzeln angetrieben und ein- und ausgekuppelt werden kann, wodurch es ermöglicht wird, den Windenwagen in kleinen Kurven zu fahren, ohne daß sich dabei die Räder in den Boden einwühlen.

Das In- und Außerbetriebsetzen des Motors erfolgt durch eine Anlaßwalze (Kontroller) in derselben Ausführung, wie sie sich für sehr rauhe Betriebe, z. B. bei Hebezeugen, Straßenbahnen usw. seit Jahren bewährt haben. Ein Umschalter ist mit dem Kontroller derart zusammengebaut, daß er durch das Steuerhandrad betätigt wird, wodurch sich eine bequeme und schnelle Steuerung des Motors vorwärts und rückwärts ergibt.

Ein in den Wagen eingebauter automatischer Maximal- und Spannungs-Rückgangs-Ölschalter tritt nicht nur in Tätigkeit, wenn die Spannung unter eine gewisse Grenze fällt, also z. B. wenn der Strom von der Zentrale ausbleibt, sondern auch beim Überschreiten einer gewissen Stromstärke, um dann den Motor vor unzulässig hohen Überlastungen zu schützen. Bei Einstellung des Apparates wird berücksichtigt, daß bei heftigen Stößen, wie sie beim Pflügen durch Hindernisse (Steine, Wurzelwerk usw.) entstehen, zunächst die Elastizität des zwischen Getriebe und Motor angeordneten Riemens ausgenutzt wird, der die Stöße auf den Motor und damit auch auf das Kraftwerk stark dämpft, was bei einer Zahnradübersetzung zwischen Motor und Getriebe nicht erreichbar ist. Erst wenn der Stoß eine den Motor gefährdende Größe erreicht, tritt der automatische Schalter in Tätigkeit.

Die Spannung des Riemens, der durch eine Abdeckung gegen Berührung vollständig geschützt ist, kann jederzeit leicht reguliert werden. Diese Riemenübertragung gestattet im Gegensatz zum Zahnradantriebe außerdem die Benutzung des Windenwagens zum Antriebe großer Dreschmaschinen, Transmissionen und dergleichen.

Eine umschaltbare Doppelräder-Übersetzung ermöglicht es, ohne Auswechselung von Getriebeteilen den Kipp-Pflug auf eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von etwa 1,1 oder 1,6 m einzustellen, und im gleichen Stufenverhältnis ist auch die Fahrgeschwindigkeit des Windenwagens mit etwa 2,1 bis 1,5 km pro Stunde einstellbar. Die dadurch erreichte Möglichkeit, während des Betriebes die Geschwindigkeit des Pflugseiles zu verändern, tritt ganz besonders als Vorteil in die Erscheinung bei Verwendung des Windenwagens zum Betriebe von Rübenhebern und beim Pflügen auf stark verworfenem Gelände. Mit den angegebenen Geschwindigkeiten wird man im allgemeinen auskommen; indessen ist durch eine Auswechselung der Riemenscheiben die Möglichkeit gegeben, diese Geschwindigkeiten in weiten Grenzen über die angegebenen Maße hinaus zu verändern.

2. Ankerwagen

Der Ankerwagen (Fig. 1 und 4), dessen Gesamtgewicht ca. 4000 kg beträgt, weicht in seiner Konstruktion von den bisher bekannten Ausführungen insofern ab, als er außer den Scheiben auf den Laufrädern sogenannte Ankerscheiben besitzt, deren Anordnung den Siemens-Schuckertwerken patentiert ist und sich im wesentlichen dadurch kennzeichnet, daß die Standfestigkeit des Wagens mit dem Seilzuge wächst. Um dieses Ziel zu erreichen, sind die Ankerscheiben

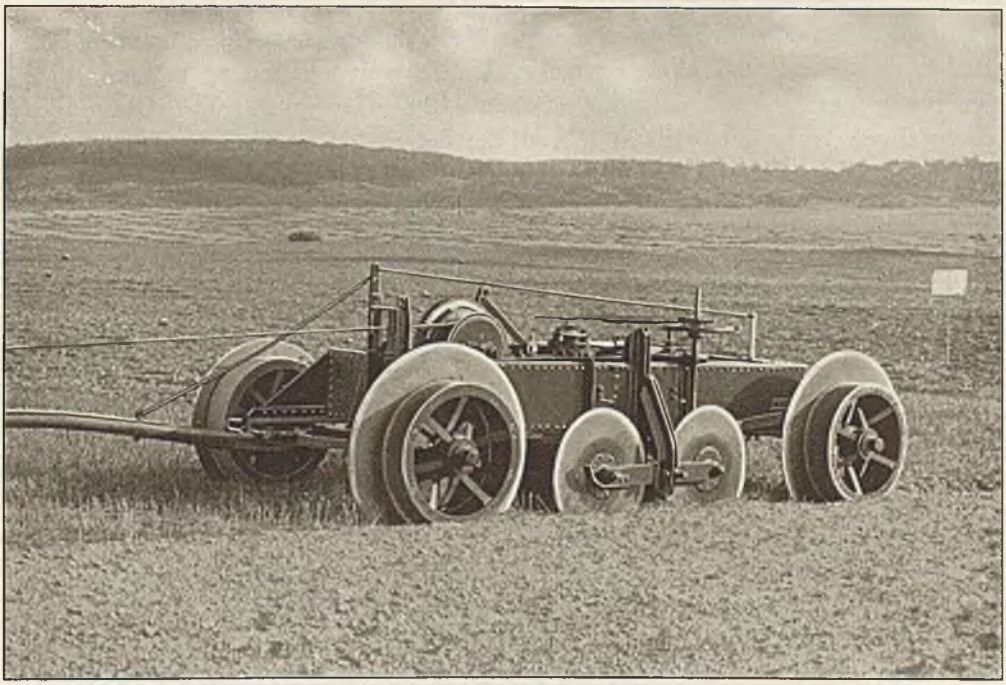


Fig. 4. Ankerwagen.

an einem schwingenden Rahmen befestigt, der mit der Seilrolle so verbunden ist, daß diese Ankerscheiben sich um so tiefer — und zwar je nach Wunsch senkrecht oder schräg — in den Boden eindrücken und damit um so festeren Halt gewinnen, je stärker der Seilzug ist. Die Verwendung von Scheiben zur Erhöhung der Standfestigkeit des Ankerwagens hat im allgemeinen den Vorteil, daß das Vorgewende auf das geringste Maß beschränkt wird, weil die Scheiben während des Pflügens und des Vorrückens des Ankerwagens dauernd im Eingriff bleiben, und dadurch — vorausgesetzt, daß die wirksame, d. h. am Erdreiche anliegende Scheibenfläche im angemessenen Verhältnis zu dem Widerstande des Erdbodens steht — ein Hereinziehen des Ankerwagens in das Pflügefeld vermieden wird. Der Anker mit seinen Scheiben läßt sich bequem in und

außer Betrieb setzen, und auch bei der Befestigung der Radscheiben ist Vorsorge getroffen, daß sie für den Transport des Wagens auf der Straße schnell und bequem außer Eingriff gebracht bzw. abgenommen werden können.

Der Ankerwagen wird in seiner Fahrtrichtung in einer Entfernung von etwa 130 bis 150 m an einem besonderen Stahlseil verankert (Fig. 3 und 4); diese Verankerung dient dazu, den Wagen jedesmal dann, wenn der Kipp-Pflug in der Richtung vom Ankerwagen zum Windenwagen fährt, um die doppelte Arbeitsbreite vorzurücken. Diese Bewegung erfolgt durch Aufwickeln des erwähnten Seiles auf eine Trommel und geschieht selbsttätig, ohne daß es erforderlich ist, die Scheiben dabei aus dem Erdboden zu heben und später wieder zu senken, und ohne irgendein Getriebe umschalten zu müssen; eine Bedienung des Wagens ist infolgedessen nicht erforderlich. Die Länge des jedesmaligen Transportweges ist je nach der Arbeitsbreite des Kipp-Pfluges und der Furchenlänge einstellbar.

3. Pflugseil

Das Pflugseil ist aus Spezial-Pflugstahldraht (Patent-Tiegel-Stahldraht) mit hoher Bruchfestigkeit hergestellt und wird, wie Fig. 1 zeigt, im rücklaufenden Teil über zwei am Ackergerät in einem beweglichen Ausleger anzubringende Leitrollen geführt.

4. Transformatorwagen [1])

Da die Elektropflüge, wie eingangs erwähnt, den Strom in der Regel aus den Leitungsnetzen der Überlandzentralen erhalten, deren Spannung zu hoch ist, um sie dem Motor und den Schaltapparaten unmittelbar zuzuführen, so wird dem Windenwagen ein fahrbarer Transformator beigegeben, der die Hochspannung in eine von der Motorleistung und der Länge des zwischengeschalteten biegsamen Kabels abhängende Gebrauchsspannung (in der Regel zwischen 750 und 1000 Volt) umwandelt.

Der Transformatorwagen ist von den Siemens-Schuckertwerken ebenfalls besonders durchgebildet worden und enthält außer dem Transformator je nach der Höhe der Oberspannung Schutzapparate und auf der Unterspannungsseite Sicherungen sowie einen federnd aufgehängten Kilowattstundenzähler in Verbindung mit Meßtransformatoren. Das Dienstgewicht des fertig ausgerüsteten Wagens für einen ca. 70 KVA, 15000/1000 Volt-Transformator beträgt ca. 3000 kg. Die Gewichtsverteilung ist so getroffen, daß der Wagen auf guten Landstraßen und auf dem Stoppelfelde von zwei kräftigen Pferden fortbewegt werden kann.

Der Anschluß der Transformator-Hochspannungswicklung an die Hochspannungsleitung erfolgt durch blanke oder isolierte Verbindungsleitungen und

[1]) Siehe S. 93 bis 100.

durch Mastanschluß-Apparate mit oder ohne Schalter. Das eine Ende dieser Verbindungsleitungen ist auf dem Dache des Transformatorwagens an Isolatoren fest verschraubt, das andere Ende trägt Ringe, die in entsprechende Haken des Mastanschluß-Apparates eingehängt werden. Der Schalter, dessen Konstruktion den Siemens-Schuckertwerken gesetzlich geschützt ist, wird erst nach dem Einhängen der Leitungen mittels einer Schaltstange geschlossen, so daß er während des Einhängens auf der Seite der Haken spannungslos ist.

5. Kabel

Zwischen dem Transformator und dem Windenwagen dient als Stromleitung ein biegsames Kabel, das in einer Gesamtlänge von 300 bis 1000 m verwendet wird. Die Isolation und die äußeren Umhüllungen dieses Kabels sind auf Grund der im Pflugbetrieb gewonnenen Erfahrungen besonders dauerhaft hergestellt. Auf einem am Windenwagen anzubringenden Kabelsattel (Fig. 1) können bis zu 300 m mitgeführt werden, während weitere Kabelstrecken auf einem besonderen Kabelsattelwagen (Fig. 5) untergebracht werden müssen. Um je nach der Länge der zu pflügenden Schläge stets nur die jeweils erforderliche Kabellänge einschalten und dadurch unnötige Energieverluste sowie besondere Hilfsmannschaften zum Verlegen

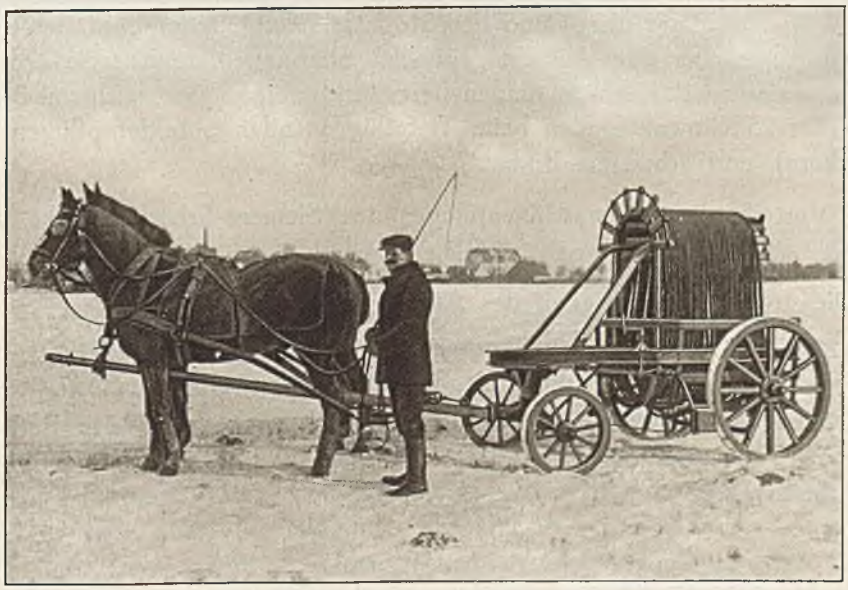


Fig. 5. Kabelsattelwagen.

des Kabels vermeiden zu können, ist das Kabel in einzelne Stücke zerlegt. Das eine Ende jedes Stückes ist mit einem Stecker, das andere mit einer Steckdose mit eingebautem Schalter versehen, so daß es möglich ist, das neu zuzuschaltende Kabel erst nach dem Anschließen unter Strom zu bringen.

Um das Kabel zu schonen, und zu verhindern, daß es vom Windenwagen beim Rückwärtsfahren überfahren und beschädigt wird, kann auf Wunsch ein besonderer drehbarer Kabelausleger auf dem Windenwagen mitgeliefert werden.

6. Bedienung, Leistung und Vorteile

Für die Bedienung des ganzen Pflugsatzes sind nur drei Mann notwendig und zwar: ein Windenwagenführer, ein Kipp-Pflugführer und ein gewöhnlicher Arbeiter zur Unterstützung des letzteren.

Die Flächenleistung des Einmaschinenpfluges hängt ganz ab von der Leistung des Motors, der Zahl, Breite und Form der Pflugscharen am Kipp-Pfluge, der Furchentiefe, dem Zustande des Bodens, der Witterung und nicht zuletzt von der Geschicklichkeit der Bedienungsmannschaft. Im Durchschnitt können je nach der Furchentiefe (6 bis 14 Zoll = 15 bis 35 cm) etwa 30 bis 20 Morgen ($7\,^1/_2$ bis 5 ha) in 10stündiger Arbeitszeit gepflügt werden. Über die Kosten des elektrischen Pflügens lassen sich allgemeingültige Zahlen nicht angeben, da die Betriebsverhältnisse (ob tief oder flach, ob mit oder ohne Untergrundlockerer usw. gepflügt wird) und der Stromtarif der Überlandzentralen sowie die Benutzungsdauer den Ausschlag geben. Der ungefähre Energieverbrauch schwankt zwischen 12 Kilowattstunden beim Flachpflügen und leichtem Boden, und 18 bis 23 Kilowattstunden beim Tiefpflügen (oder mitteltief pflügen und tief lockern) und schwerem Boden.

Die Vorteile des Einmaschinenpfluges der Siemens-Schuckertwerke sind:

1. Die äußerst einfache Bedienung des Pflugsatzes durch drei Mann;
2. Die große Standfestigkeit des Ankerwagens,
3. Die leichte Transportfähigkeit der Einzelteile des Pflugsatzes;
4. Die große Flächenleistung bei geringstem Stromverbrauch;
5. Die Möglichkeit der Geschwindigkeitsänderung während des Betriebes durch Umschaltung mittels übersichtlich und bequem angeordneter Schaltorgane.

Der Elektropflug nach dem Zweimaschinensystem

Rechter Windenwagen — Kipp-Pflug mit Walze — Linker Windenwagen

Fig. 1. Elektropflug in Arbeitsstellung.

Von dem Einmaschinenpflug unterscheidet sich der Zweimaschinenpflug im wesentlichen nur dadurch, daß an die Stelle des Ankerwagens ein zweiter Windenwagen tritt, und daß beim direkten Anschluß an die Hochspannungsleitung im allgemeinen zwei fahrbare Transformatoren anstatt eines solchen erforderlich sind. Deshalb soll hier auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet werden, weil über alle Einzelheiten das Nötige in der Beschreibung auf S. 105 bis 112 über den Einmaschinenpflug gesagt ist.

Die Windenwagen des Zweimaschinensystems zeigen denselben Aufbau wie derjenige des Einmaschinensystems, unterscheiden sich aber von diesem dadurch, daß nur je eine Seiltrommel mit den dazugehörigen Antriebsteilen darauf untergebracht ist. Da bei dem Arbeiten mit dem Zweimaschinenpflug jeweils immer nur ein Windenwagen in Tätigkeit tritt und der Motor des

anderen während dieses Zuges ruht, kann für dieselbe Leistung im Gegensatz zum Einmaschinensystem ein kleinerer Motor verwendet werden. Dadurch und durch den Wegfall der einen Seiltrommel und des entsprechenden Pflugseiles wird das Gesamtgewicht des Windenwagens geringer oder mit anderen Worten: bei gleichem Dienstgewicht des Windenwagens ist die Leistung des Zweimaschinenpfluges größer als die des Einmaschinenpfluges.

Fig. 2. Windenwagen (Linksmaschine) im Betriebe,
mit Hochspannungsleitung und angeschlossenem fahrbaren Transformator.

Das Dienstgewicht einschließlich Drahtseil, aber ohne Kabel, beträgt etwa 13 000 kg. Die Abmessungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt:

	Länge m	Breite m	Höhe m
Außenmaße des Wagens	6,60	2,60	3,00
Räder, vorn	—	0,33	1,30
Räder, hinten	—	0,50	1,80

Auf jedem Windenwagen sind 500 m Pflugseil untergebracht, so daß also selbst die größten Feldbreiten ohne Umstellung des Pflugsatzes bearbeitet werden können.

Für die Bedienung des ganzen Pflugsatzes sind nur vier Mann notwendig, und zwar: zwei Windenwagenführer, ein Kipp-Pflugführer und ein gewöhnlicher Arbeiter zur Unterstützung des Kipp-Pflugführers.

Über die Leistung des Zweimaschinenpfluges liegt eine große Reihe von Erfahrungszahlen, gewonnen im praktischen Betrieb, vor. Danach war zum Umpflügen eines Morgens (= 2500 qm) bei einer Pflugtiefe von 8—10″ (=20—25 cm) und bei mittelschwerem Boden (Klasse II) eine Energie von 14—16 KW-Stunden erforderlich. Der Verbrauch steigt, wenn der Widerstand des Bodens infolge Regens größer geworden ist, auf etwa 18—20 KW-Stunden.

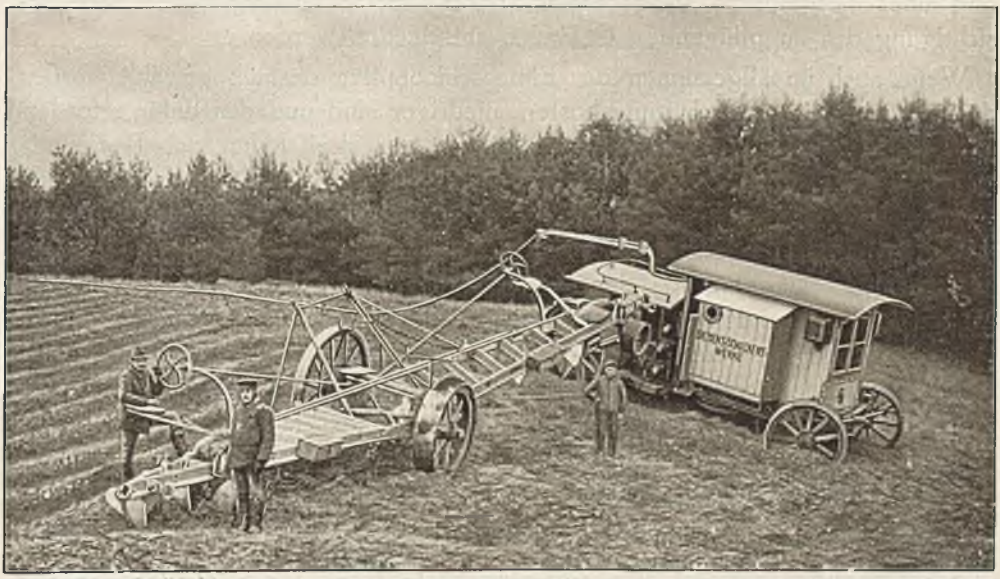


Fig. 3. Windenwagen (Linksmaschine) auf stark abfallendem Gelände.

Die größten Werte, die auf schwerstem Boden beobachtet worden sind, lagen bei 22—24 KW-Stunden pro Morgen, wobei die Pflugtiefe 15—17″, entsprechend 37—44 cm, betrug und mit einem fünfscharigen Kipp-Pfluge von 2,2 m Arbeitsbreite gepflügt wurde.

Die erreichbare Tagesleistung hängt wesentlich von den örtlichen Verhältnissen ab. Dauerversuche mit einem fünfscharigen Pflug ergaben, daß bei einer mittleren Seilgeschwindigkeit von 1,6 m/Sek. und einer verhältnismäßig ungünstigen Zuglänge von nur etwa 400 m eine Fläche von drei Morgen in der Stunde umgepflügt werden konnte, wobei eine Pflugtiefe von etwa 16″ eingehalten wurde.

Hiernach könnten in einem 14stündigen Tagesbetriebe, wie er in den Pflugmonaten meist eingehalten wird, unter Berücksichtigung der Pausen beim

Versetzen der Transformatorwagen usw. täglich etwa 35 Morgen umgepflügt werden, was im Monat August auf zwei Gütern auch praktisch erreicht worden ist.

Über die Kosten des elektrischen Pflügens lassen sich feste Zahlen nicht angeben, da hierbei die Betriebsverhältnisse und der Stromtarif der Überlandzentrale den Ausschlag geben.

Die Beantwortung der Frage, ob in einem bestimmten Falle dem Einmaschinen- oder Zweimaschinenpfluge der Vorzug zu geben ist, hängt von den besonderen Verhältnissen ab und kann nur auf Grund von Feldplänen und eines ausgefüllten Fragebogens, unter Umständen sogar nur nach Besichtigung des zu pflügenden Geländes entschieden werden.

Wenn auch im allgemeinen der Einmaschinenpflug deshalb gewählt werden dürfte, weil seine Anschaffungskosten niedriger sind und das dafür erforderliche Leitungsnetz billiger ist, und weil er nur drei Mann zur Bedienung gebraucht, so gibt es doch verschiedene Fälle, wo der Zweimaschinenpflug zweckmäßiger ist. So wird der Zweimaschinenpflug vorzuziehen sein, wenn z. B. der Boden so locker ist, daß die Ankerscheiben des Ankerwagens des Einmaschinenpfluges nicht den genügenden Halt finden, oder wenn der Boden so hart und fest ist, daß die Ankerscheiben nicht in ihn einzudringen vermögen, oder wenn es sich um das Pflügen sehr verworfenen Geländes handelt, oder wenn ferner der Pflugsatz auch zu anderen Feldarbeiten verwendet werden soll, bei denen das nachlaufende Seil des Einmaschinenpfluges im Wege sein würde (z. B. bei Kartoffelerntemaschinen, Häufelpflügen u. a. m.), oder wenn es endlich gilt, auf großen Gütern besonders große Leistungen zu erzielen.

Als besondere Vorteile des Zweimaschinenpfluges der Siemens-Schuckertwerke seien erwähnt:

1. die äußerst einfache Bedienung des ganzen Pflugsatzes,
2. seine Verwendbarkeit bei großen Feldbreiten,
3. große Flächenleistung auf schwerstem Boden bei großer Furchentiefe und bei geringstem Stromverbrauch,
4. Aufstellungsmöglichkeit der Windenwagen auch auf stark abfallendem Gelände, was bei Dampfpflügen nicht möglich ist (vergl. Fig. 3),
5. geringere Ausgaben für Seilabnutzung als bei dem Einmaschinenpfluge, weil nur eine der jeweiligen Feldbreite entsprechende Seillänge im Betriebe ist.

Allgemeine Zusammenstellung

der ungefähren Anschaffungskosten elektrischer Anlagen und deren Energiebedarf.

A. Elektrische Lichtanlagen.

Vergleichszahlen zwischen Petroleum und elektrischer Glühlampen-Beleuchtung.

Kosten pro Brennstunde (bei 20 Pf pro Liter Petroleum)		Kosten pro Brennstunde (bei 45 Pf pro Kilowattstunde)
1 Stearinkerze . . . 1,5 Pf		
1 Petroleumlampe (Tischlampe) 10‴ 1,1 „	können ersetzt werden durch:	1 Metallfaden-Glühlampe von 16 Kerzen 0,8 Pf
1 größere . . 14‴ 2,25 „		1 „ „ 25 „ 1,12 „
1 große . . . 16‴ 3,12 „ (Kugelbrenner)		1 „ „ 32 „ 1,45 „
1 sehr große . 20‴ 5,00 „		1 „ „ 50 „ 2,25 „

Aus dieser Zusammenstellung ist klar ersichtlich, daß die elektrische Beleuchtung, abgesehen von ihren sonstigen großen Vorzügen, wie Feuersicherheit, Reinlichkeit, stete Dienstbereitschaft usw. sich bei gleicher Helligkeit und Brenndauer *erheblich billiger* stellt, *als Petroleumbeleuchtung.*

Man verwendet im allgemeinen für:	Lampen von
Wohnzimmer	16 bis 25 Kerzen
Schlafzimmer, Küche, Stall, Scheune, Heuboden und Gänge	16 Kerzen
Gastwirtschaften, Hofbeleuchtung, Straßenbeleuchtung	32, 50 oder mehr Kerzen sowie Bogenlampen

Durchschnittliche Kosten der Lichtanlagen.

Für trockene Räume je nach Ausführung:

Anlagekosten pro Brennstelle in Wohnräumen (exkl. Beleuchtungskörper) mit Einfachschaltung	etwa M 14,— bis 20,—
Anlagekosten pro Brennstelle einschließlich einfacher und zweckentsprechender Beleuchtungskörper . .	etwa M 16,— bis 23,—
Anlagekosten pro Brennstelle in Stallungen, Waschküchen, Kellern und Außenbeleuchtung mit wasserdichten Beleuchtungskörpern	etwa M 18,— bis 28,—

B. Elektrische Kraftanlage.

1. Kraftbedarf einiger für die Landwirtschaft in Frage kommender Maschinen.

Art der Maschinen	Kraftbedarf in PS etwa
Breitdreschmaschinen mit Rollschüttler	4
mit Rollschüttler und halber Reinigung	4—5
mit Schaufelschüttler und halber Reinigung	5—6
mit Rollschüttler und einfacher Reinigung	7,5
mit Rollschüttler und doppelter Reinigung	7,5—10
Große Dreschmaschine, Reiniger usw. je nach Größe und Leistung	10—35
Elektrische Pflüge	40—90
Getreide-Reinigungsmaschinen für Saatgut	1—3
Grobstrohpresse	6
Häckselmaschine	2—3
Kartoffel- und Haferquetschen	1/2—2
Milch-Zentrifugen bezw. Buttermaschinen	1/2—3
Ölkuchenbrecher	1/3—1
Rübenschneidemaschine	1—2,5
Sackaufzüge	1—3
Schrotmühlen (160 mm Mahlscheiben-Durchmesser)	2—3
Wasser- und Jauchepumpen	1—1 1/2

Ferner Maschinen für Hebevorrichtungen (Polderwerke) Entladevorrichtungen in Scheunen, Elevatoren für Getreide und Stroh, Aufzüge usw., je nach Größe und Umfang.

2. Maschinen der Landindustrie und Gewerbe.

Art der Industrie	Art der Maschinen	Kraftbedarf in PS etwa
Molkereien	Butterfaß und Knetmaschinen für Großbetriebe	3—5
Stellmachereien und Tischlereien	Drehbänke, Band- und Kreissägen, Bohrmaschinen	3—5
Schneidemühlen	Kreis- und Gattersägen, Schleifsteine	3—8
Schlossereien und Schmieden	Drehbänke, Bohrmaschinen, Schleifsteine, Blasebälge, Ventilatoren	1 1/2—3
Bäckereien	Knetmaschinen	1 1/2—3
Fleischereien	Fleischwölfe, Hack- und Stopfmaschinen	2—3
Buchdruckereien	Schnellpressen	1—3

Anschaffungskosten für Drehstrom-Motoren

(fertig aufgestellt mit allem Zubehör, Schalter, Sicherungen, Anlasser exkl. Zuleitungen)

Motoren mit Kurzschlußanker		Motoren mit Schleifringanker	
Leistung in PS.	Preis in M etwa	Leistung in PS.	Preis in M etwa
½	160	5	550
1	190	6	640
2	260	9	740
3	360		

Die Kosten für die Zuleitungen sind je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden. Durchschnittlich kann man rechnen pro m Anschlußleitung

für Motoren bis 2 PS. . . . . etwa M 1,80
„ „ von 3—6 „ . . . . . „ „ 2,50
„ „ „ 7—10 „ . . . . . etwa M 3,50 bis „ 4,—

Durch Wahl eines einzigen transportablen oder feststehenden Motors, der mit Hilfe einer Transmission mehrere Arbeitsmaschinen gleichzeitig antreibt, läßt sich in den meisten Fällen die Aufstellung verschiedener Motoren ersparen.

Stromverbrauchszahlen
auf Grund praktischer Erfahrungen zusammengestellt:

Dreschen: Durchschnittswerte, je nach Feuchtigkeit und Halmlänge:

	Kilowattstunden pro Zentner	Preis (bei 20 Pf pro Kilowattstunde) durchschnittlich pro Zentner
Roggen	0,45—0,75	12 Pf
Weizen	0,40—0,65	10,5 „
Hafer	0,30—0,50	8 „
Gerste	0,35—0,55	9 „
Mengkorn	0,28—0,45	7 „

Häckselschneiden: Zum Schneiden eines Zentners Häcksel arbeitet ein kräftiger Mann etwa 1 Stunde. Dieselbe Arbeit leistet der Elektromotor in weit kürzerer Zeit und verbraucht dabei an Energie nur etwa 0,15 bis 0,3 Kilowattstunden, d. h. *für 3 bis 6 Pfennig* (stündliche Leistung 5 bis 20 Zentner).

Schroten: Stündliche Leistung etwa 4 bis 15 Zentner. Energiebedarf je nach Art, Größe der Frucht und Feinheit des Schrotes etwa 0,4 bis 0,65 Kilowattstunden, *d. h. für 8 bis 13 Pfennig.*

Rübenschneiden: Erfordert pro Zentner etwa 0,02 Kilowattstunden, entsprechend *0,4 Pfennig.*

Haferquetschen: Kostet pro Zentner *etwa 5 bis 6 Pfennig.*

Wasserpumpen: Ein Mann pumpt bei Handbetrieb 1 cbm Wasser in etwa 40 Minuten, dafür betragen die Lohnkosten etwa 20 Pfennig. Dieselbe Arbeit leistet je nach Förderhöhe ein Elektromotor für 3 bis 6 Pfennig, dazu noch in wesentlich kürzerer Zeit.

Eine kleine Hauswasserpumpe, welche pro Stunde 1,2 bis 1,5 cbm bei einer Förderhöhe bis 25 m in ein Reservoir pumpt, kostet inkl. Elektromotor etwa M 450,—.

Milchseparator: Für eine Stundenleistung von 2100 Liter wird zum Antrieb ein Motor von etwa 1 PS gebraucht. Dieser verbraucht für das Entrahmen von 150 Liter Milch etwa 0,4 Kilowattstunden an Energie, entsprechend 8 Pfennig Stromkosten.

Die Stromkosten für Entrahmen, Verbuttern und Kneten der Butter mit der Maschine betragen für ein Quantum von 140 bis 150 Liter Milch täglich 16 bis 18 Pfennig.

Über das elektrische Pflügen liegen zahlreiche abgeschlossene praktische Resultate vor. Der Elektromotor bewirkt auch hier eine ganz wesentliche Ersparnis.

Ebenso liegen praktische Stromverbrauchszahlen über kleingewerbliche Anlagen für Bäckereien, Schlossereien, Schmiede, Schlächtereien, Tischlereien, Stellmacherbetriebe und dergleichen vor.

Besonders auch den Ziegeleibetrieben bietet die Einführung elektrischer Beleuchtung und Kraft eine Fülle von außerordentlichen Vorteilen. Hierbei kommen besonders in Frage: Elektrischer Antrieb der Tonbearbeitungsmaschinen, Aufzüge, Transportvorrichtungen, Bahnen, Wasserversorgung, künstlicher Zug als Ersatz für Schornsteine, damit gleichzeitig verbunden erhebliche Ersparnis an Brennmaterial usw.

Wie die Erfahrung lehrt, wird nach Einführung der Elektrizität der Betrieb verbilligt und vereinfacht sowie der Umsatz bedeutend erhöht.

Drehstrom-Kranmotoren

Modell DH

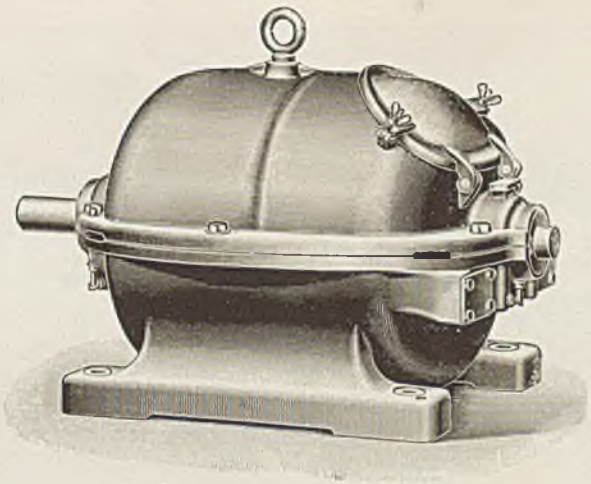


Fig. 1.
Zweiteiliger Drehstrom-Kranmotor Modell DH, geschlossen.

Für den elektrischen Betrieb der Fabriken, Hüttenwerke, Verladeplätze, Hafenanlagen usw. gewinnt der Drehstrom gegenwärtig in immer steigendem Maße an Bedeutung. Auf der einen Seite ist eine Reihe von industriellen Werken wegen der Ausdehnung oder räumlichen Entfernung ihrer verschiedenen Anlagen auf die Verteilung der Energie mit hochgespanntem Drehstrom angewiesen. Auf der anderen Seite steht diese Entwicklung im Zusammenhang mit der Errichtung großer Überlandnetze, die immer häufiger die elektrische Energie für landwirtschaftliche, städtische und industrielle Betriebe liefern. Endlich bringt auch die Verbindung der elektrischen Anlagen verschiedener industrieller Betriebe zu einem gemeinsamen Netz eine immer ausgedehntere Anwendung des Drehstromes mit sich.

Trotz dieser zunehmenden Verwendung des Drehstromes war es bis jetzt nicht gelungen, für die mit Drehstrom betriebenen Hebezeuge besondere

Motoren auszubilden, die in ebenso vollkommener Weise wie die Sondermotoren für Gleichstrom den eigenartigen Anforderungen des Hebezeugbetriebes entsprechen. Insbesondere wurde es als empfindliche Lücke empfunden, daß es für den Hebezeugbetrieb an einem geeigneten

Drehstrommotor mit geteiltem Gehäuse

mangelte. Mochten die Drehstrom-Hebezeugmotoren auch sonst allen Anforderungen des Betriebes entsprechen, eines fehlte ihnen: Die Teilbarkeit des Gehäuses, die die Wartung und Instandhaltung der Motoren so besonders

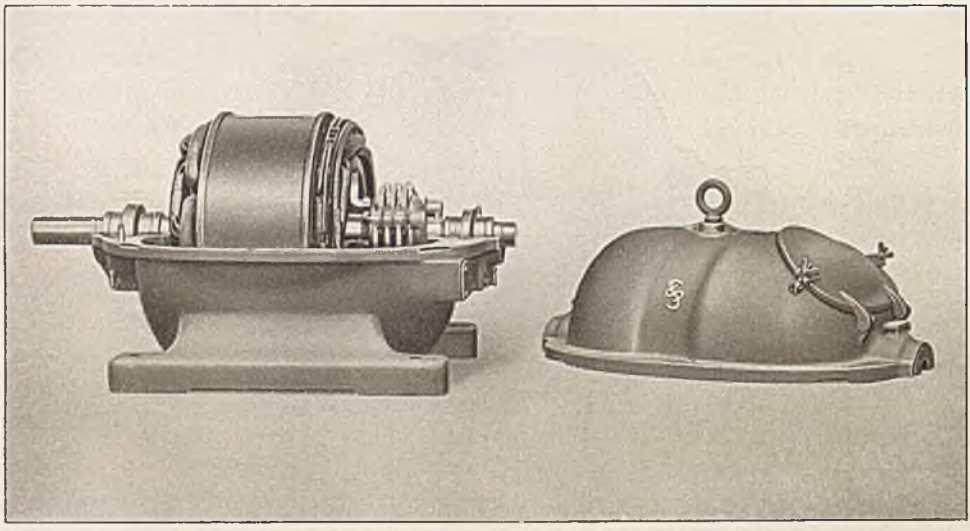


Fig. 2.
Drehstrom-Kranmotor Modell DH nach Abheben des Deckels.

leicht gestaltet. Der Betrieb der Hebezeuge, beispielsweise eines Hüttenwerkes, darf, wenn schwere Störungen des Werkbetriebes vermieden werden sollen, nie lange Zeit unterbrochen werden. Also müssen die Motoren, ohne daß sie ausgebaut zu werden brauchen, auch in ihrem Innern leicht und schnell zugänglich sein. Diese Forderung hat beim Gleichstrombetrieb längst zur Einführung von Hebezeugmotoren mit geteiltem Gehäuse geführt. Der bekannte Gleichstrom-Hebezeugmotor Modell GH der Siemens-Schuckertwerke, der durch die Zweiteilung seines gedrungenen Gehäuses und seine kräftige Bauart in besonderem Maße den immer höher gestellten Forderungen des modernen Hebezeugbetriebes entspricht, hat den Siemens-Schuckertwerken als Vorbild für einen gleichwertigen

Drehstrom-Kranmotor mit vollständig geschlossenem, geteiltem Gehäuse

gedient, und die bisherigen Erfahrungen an dem kürzlich auf den Markt gebrachten Motor entsprechen durchaus den gehegten Erwartungen.

Die Teilung des Gehäuses ist ebenso wie bei dem entsprechenden Gleichstrommotor auch auf die Lager ausgedehnt. Das ist in Hinsicht auf die Instandhaltung von Welle und Lager von besonderer Bedeutung. Das aktive, aus Eisenblechen bestehende Statoreisen, das sonst einen mit dem Gußgehäuse fest verbundenen Körper bildet, ist hier als geschlossener, in sich steifer Zylinder ausgebildet, welcher mitsamt der ungeteilten Statorwicklung

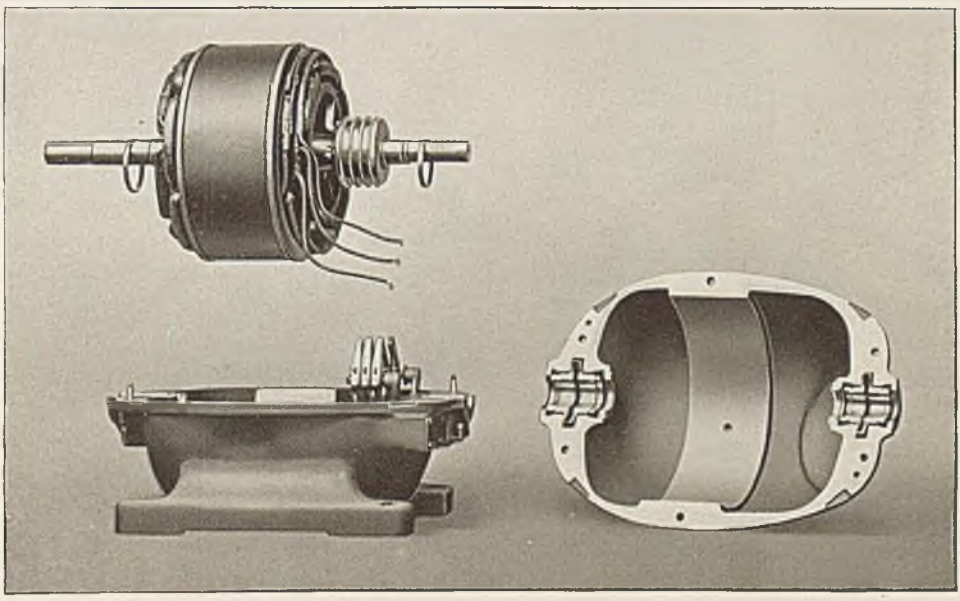


Fig. 3.
Drehstrom-Kranmotor Modell DH, auseinandergenommen.

und dem in ihm liegenden Rotor aus dem Gehäuse herausgehoben werden kann. Gegen Verdrehung wird der Stator durch eine kräftige Feder und Nut in der unteren Gehäusehälfte geschützt.

Die Wartung und Instandhaltung des Motors gestaltet sich bei dieser Bauart sehr einfach. Zur täglichen Wartung der Schleifringe dient eine im Oberteil angebrachte, leicht schließbare Klappe. Zur sorgfältigeren Prüfung entfernt man den Oberteil, ohne irgendwelche weiteren Handhabungen am Motor vornehmen zu müssen, und hat dann Stator, Rotor und Lagerschalen frei vor sich liegen. Soll irgendeine Reparatur vorgenommen werden, so hebt man schließlich Stator und Rotor aus dem Unterteil heraus. Dabei

braucht man selbst bei umfangreichen Arbeiten weder den Motor von seinem Fundament zu entfernen noch die Kupplung abzukeilen, so daß der Motor in kürzester Zeit wieder betriebsfertig ist.

Zum Zusammenbau des Motors wird der Statorring über den Rotor geschoben und mit diesem zusammen in die untere Gehäusehälfte eingelegt. Wird dann der Oberteil des Gehäuses auf den Unterteil aufgeschraubt, so liegt die äußere Mantelfläche des Statoreisens in ihrer ganzen Ausdehnung an

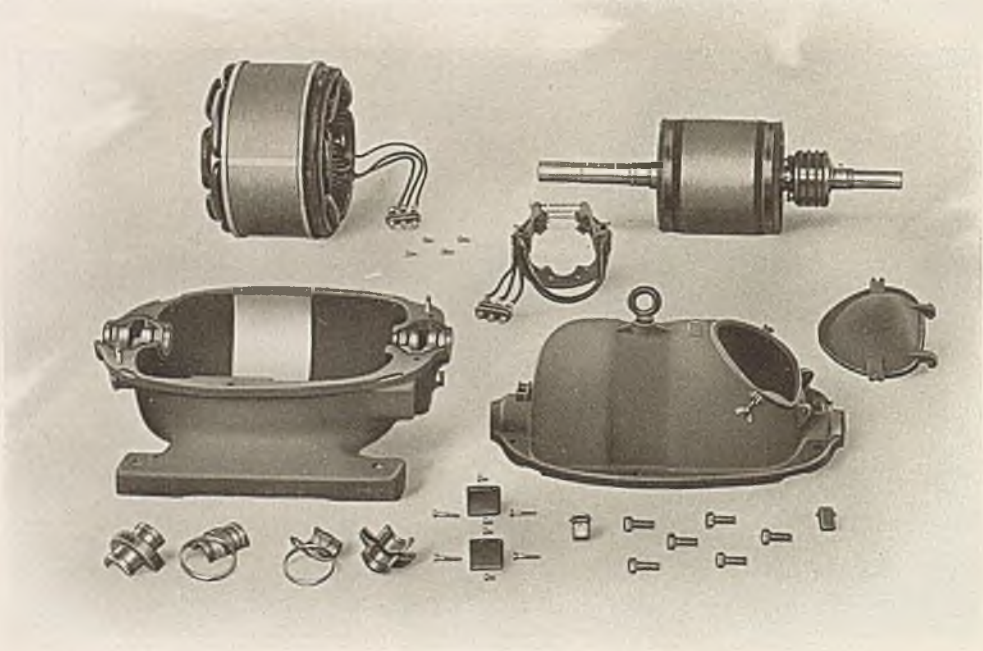


Fig. 4.
Drehstrom-Kranmotor Modell DH, in seine Einzelteile zerlegt.

beiden Gehäusehälften an. Die Schleifringe, die besonders gut gegeneinander isoliert sind, liegen im Innern des Gehäuses.

Die Stator- und Rotorklemmen sind an der Stirnseite des Unterteils angebracht, so daß die Anschlußdrähte beim Abheben des Oberteils nicht gelöst zu werden brauchen.

Im übrigen entspricht der Drehstrom-Kranmotor mit geteiltem Gehäuse in seiner gedrungenen Bauart dem seit längerer Zeit bewährten Gleichstrom-Kranmotor Modell GH der Siemens-Schuckertwerke.

Neue Kransteuerungen

A. Steuerung mit neuer Senkschaltung

Krane mit großen Arbeitsgeschwindigkeiten für schwere Lasten oder große Hubhöhen (in Hütten-, Werft- und Hafenanlagen) neigen dazu, beim Senken der Last die Geschwindigkeit von selbst in unerwünschtem Maße zu steigern. Durch Verwendung von Nebenschluß- oder Verbundmotoren anstatt der allgemein üblichen Hauptstrommotoren ist eine durchgreifende Besserung nicht zu erzielen. Die hierdurch hervorgerufene Unsicherheit des Betriebes hat dazu geführt, Vorrichtungen anzubringen, die bei Überschreitung der zulässigen Senkgeschwindigkeit durch akustische Signale (Zentrifugalklingeln) die Aufmerksamkeit des Kranführers erregen und ihn zum Eingreifen veranlassen, oder die den Motor ganz abschalten und über Widerstände kurzschließen sowie gleichzeitig den Bremsmagneten zum Einfallen bringen (Zentrifugalbremsschalter).

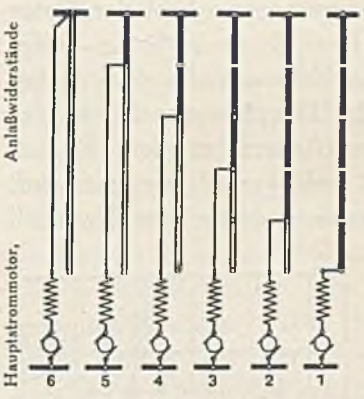


Fig. 1.

Beide Einrichtungen haben den Anforderungen der Praxis nicht überall genügen können. Das Klingelsignal wird in geräuschvollen Betrieben vom Kranführer leicht überhört und der Zentrifugalbremsschalter muß immer erst wieder von Hand eingelegt werden, um den Betrieb fortsetzen zu können, was jedesmal mit einem Zeitverlust verknüpft ist.

Auch die sogenannte selbsttätige Geschwindigkeitsregulierung (D. R. P.), bei der, durch Zentrifugalkontakt gesteuert, die Haltebremse einfällt und gelüftet wird, und die einen Eingriff von Hand entbehrlich macht, ist immerhin von dem guten Zustand der Bremsen abhängig. Die Siemens-Schuckertwerke erreichen die erforderliche Begrenzung der Senkgeschwindigkeit unter Vermeidung irgendwelcher Apparate durch eine neue Schaltung (D. R. P. ang.), mit der auch bei den schwersten Lasten die Senkgeschwindigkeit auf einen bestimmten Wert, z. B. das 1,5 fache der normalen, beschränkt wird, und die dem Hauptstrommotor, ohne seine Regelfähigkeit zu verringern, noch günstigere Eigenschaften verleiht, als sie ein volleingeschalteter Nebenschlußmotor besitzt.

Die Hubschaltung bleibt die bisher übliche (vgl. Fig. 1), bei der das Anlassen und Regeln durch vorgeschaltete Widerstände erfolgt. Es ergeben sich dabei die in Fig. 3 dargestellten bekannten Regelkurven 1—6.

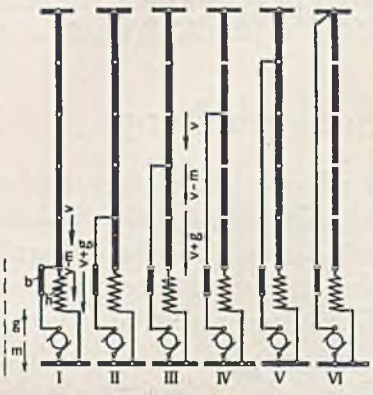


Fig. 2.

Das Neuartige der eingeführten Schaltung ist, daß in allen Senkstellungen die Hauptstromerregerwicklung in Reihe mit dem Vorschaltwiderstand am Netz liegt, während der Ankerstrom parallel zum Feld von einer Stelle des Vorschaltwiderstandes abgezweigt wird (Fig. 1 u. 2). Diese Abzweigstelle wird zur Regelung verschoben, so daß der vor dem Anker liegende Teil des Vorschaltwiderstandes verändert wird, während der vor dem Feld liegende Widerstand gleich bleibt.

Der Vorteil des Parallelschaltens der Hauptstromwicklung zum Anker beruht im wesentlichen auf einer selbsttätigen Erhöhung der Erregung, wenn bei wachsender Last der Motor durchgezogen wird und als Generator wirkt. Der Motor wirkt in dieser Hinsicht noch günstiger als ein voll eingeschalteter Nebenschlußmotor, da bei letzterem die Erregung konstant ist, während beim Hauptstrommotor in der vorliegenden Schaltung sich der Bremsstrom des Ankers zu dem Fremderregerstrom addiert, so daß die abgehende Last kräftiger abgebremst wird.

Die Kurven I bis VI (Fig. 3) zeigen den Zusammenhang von Drehzahl und Drehmoment während der Senkperiode. Die einmal eingestellte Drehzahl des Motors bleibt nahezu konstant. Es ist dabei gleichgültig, ob das Drehmoment positiv (0 bis + 100 % der Kurven) oder negativ (0 bis — 100 % der Kurven) ist, d. h. es ist von geringem Einfluß auf die Geschwindigkeit, ob die sinkende Last den Motor als Generator antreibt (Strom in der Erregerwicklung v+g), so daß sein Drehmoment bremsend wirkt, oder die Last nicht ausreicht, um die Reibungswiderstände des Getriebes zu überwinden (Strom in der Erregerwicklung v—m). Besondere Senkkraftstellungen wie bei den bisher bekannten Schaltungen sind hier nicht erforderlich, weil in jeder Stellung der Motor sowohl bremsend als antreibend wirken kann, je nachdem die Last den Motor und das Getriebe durchzieht oder umgekehrt.

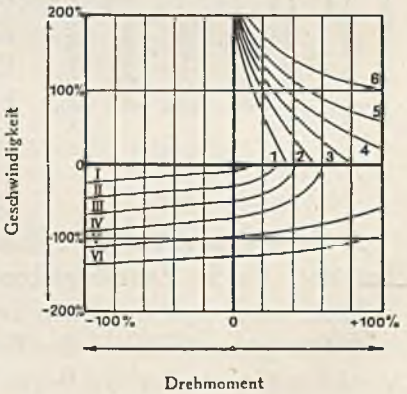


Fig. 3.

Der Übergang von einer Senkstellung zur anderen erfolgt stetig und die Steuerwalze weist nirgends eine Übergangsstellung (Freifallstellung) auf, in der bei Unachtsamkeit des Kranführers die Möglichkeit eintritt, daß die Last eine unzulässige Geschwindigkeit annimmt.

B. Steuerung zur Verhinderung von Gegenbewegungen der Last.

Bei den Kransteuerungen wird es häufig als störend empfunden, daß beim An- und Abstellen das Motordrehmoment und das Lastmoment sich nicht genügend das Gleichgewicht halten, so daß eine unbeabsichtigte Bewegung der Last eintritt. Dies ist z. B. der Fall, wenn in den ersten Regelstellungen des Steuerapparates „für Heben" der Motor (weil der gesamte Anlaßwiderstand vorgeschaltet ist) noch nicht genügend Drehmoment besitzt, um die Last in der Schwebe zu halten oder zu heben. Um letzteres zu erreichen, müßte je nach der zu hebenden Last der Steuerhebel vielleicht gleich auf die dritte oder vierte Stellung gebracht werden. (Bei kleineren Lasten wird bereits auf der ersten Stellung die Last in der Schwebe gehalten.) Es kommt also für jede Last eine bestimmte Steuerhebelstellung in Frage, in der Gleichgewicht zwischen Last und Kraft besteht.

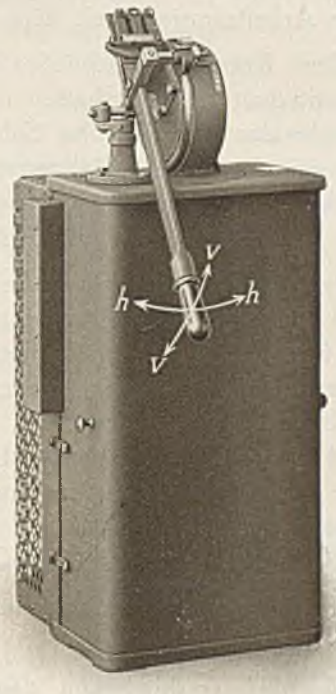


Fig. 4. Steuerschalter K 953 d

Unbeabsichtigte Hubbewegung der Last tritt besonders bei Kranen mit Drehstrombetrieb ein, weil hier der Motor auch für das Senken im Sinne des Hebens geschaltet ist und mit Gegenstrom gesenkt wird. Wird das Motormoment dabei größer als das auf die Motorwelle wirkende Drehmoment der Last, dann wird diese gehoben statt gesenkt.

Die neue Steuerung der Siemens-Schuckertwerke (D. R. P. ang.) gestattet dem Kranführer, die geschilderten Mängel auszugleichen. Es können jetzt die Stromkreise des Motors und der Haltebremse unterbrochen werden, ohne

daß der Steuerapparat aus der dem Gleichgewichtszustand entsprechenden Stellung gebracht werden muß. Auch ist die von den Siemens-Schuckertwerken bisher für Drehstromkrane benutzte doppelte (Hub- und Senk-) Sperradbremse entbehrlich geworden. Es genügt jetzt eine einfache Haltebremse.

Die neuen Steuerapparate sind mit einem besonderen Haupt- und Bremsmagnetschalter ausgerüstet, der unabhängig von der Schaltstellung mit dem Steuerhebel betätigt wird, wenn mit diesem eine wagerechte Bewegung *hh* (vgl. Fig. 4) ausgeführt wird. Die senkrechte Bewegung *vv* beeinflußt nach wie vor die Hub- und Senkbewegung. Damit eine unbeabsichtigte Steuerbewegung verhindert wird, ist eine Feder vorgesehen, die den Hebel nach links zieht und in seiner jeweiligen Stellung festhält. Der Arbeitsvorgang mit dem Steuerschalter ist folgender:

Der Kranführer schließt durch Rechtsbewegung des Steuerhebels den Hauptschalter und schaltet dann durch Aufwärtsbewegung des Hebels die Schaltwalze in diejenige Schaltstufe, bei der die Last angehoben wird. Es sei dies z. B. Stellung 3. Durch Weiterschalten wird dann die Geschwindigkeit der Last gesteigert.

Zum Stillsetzen schaltet der Kranführer wie bei den bisherigen Steuerungen, aber, dem Beispiel entsprechend, nur bis auf Stellung 3 zurück und läßt darauf den Hebel nach links einschnappen. Die Last bleibt dann ohne Nachsacken in ihrer Lage. Soll sie jetzt, nachdem sie durch das Kran- oder Katzfahrwerk verfahren ist, wieder gesenkt oder gehoben werden, dann wird der Hebel nach rechts gedrückt. Die Schaltwalze befindet sich noch in Stellung 3 und eine Bewegung der Last kann nicht eintreten. Diese erfolgt erst, wenn der Hebel, je nach der gewünschten Bewegungsrichtung, nach oben oder unten gestellt wird.

Durch Zurückgehen auf Stellung 3 kann die Last wieder sanft gebremst werden. Nach ihrer Abstellung an der neuen Stelle geht der Führer wieder auf die Nullstellung zurück.

Zum Unterschied von den anderen Steuerungen der Siemens-Schuckertwerke hat die beschriebene Schaltung die Bezeichnung „*d*“ erhalten.

Apparate für Grubenräume

Schlagwettersicherer Steuerschalter

Der in Fig. 1 abgebildete Steuerschalter dient zum Anlassen und Umsteuern von Drehstrommotoren für Spannungen bis 3000 Volt; er kommt unter anderem für Motoren zum Antrieb von Haspeln zur Verwendung. Die Kontakte des Steuerschalters liegen unter Öl, so daß ein beim Ausschalten entstehender Lichtbogen unter Öl ausgelöscht wird und eine Entzündung schlagender Wetter ausgeschlossen ist. Der Apparat ist besonders kräftig gebaut und selbst gegenüber einer unvorsichtigen und rauhen Behandlung, wie sie häufig unter Tage vorkommt, widerstandsfähig.

Fig. 1.
Schlagwettersicherer Steuerschalter mit Kontakten unter Öl.

Schlagwettersicherer Hochspannungsschaltkasten

Bei dem Hochspannungsschaltkasten (Fig. 2), der das Ein- und Abschalten von nicht zu großen Leistungen bei Spannungen bis zu 3000 Volt gestattet, liegen Sicherungen und Schalter unter Öl, und zwar in einem gußeisernen Gehäuse, das zum Anschrauben an Wände oder Eisengerüste eingerichtet ist. Das Ein- und Ausschalten geschieht durch Umlegen des Handgriffs auf dem Deckel. Apparate für höhere Spannungen und große Leistungen sind in Ausführung.

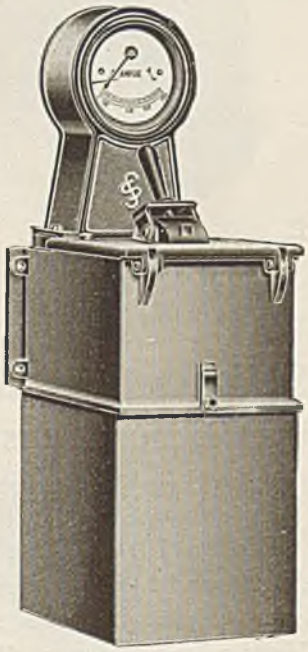


Fig. 2.
Schlagwettersicherer Hochspannungs-Schaltkasten.

Zum Ausgleich des Gasdruckes, der bei schnellem Abschmelzen einer Sicherung auftreten kann, dient ein Sicherheitsventil. Die Schmelzeinsätze lassen sich ohne Gefahr für das Bedienungspersonal auswechseln, indem beim Aufklappen des Deckels die oberen Kontakte mit den Sicherungen aus dem Kasten herausgehoben werden. Wie die Abbildung zeigt, können die Anschlußklemmen am Boden des Kastens durch ein Schutzblech abgedeckt werden.

Die Apparate werden mit oder ohne Stromzeiger geliefert.

Schlagwettersicherer Schaltkasten mit Transformator

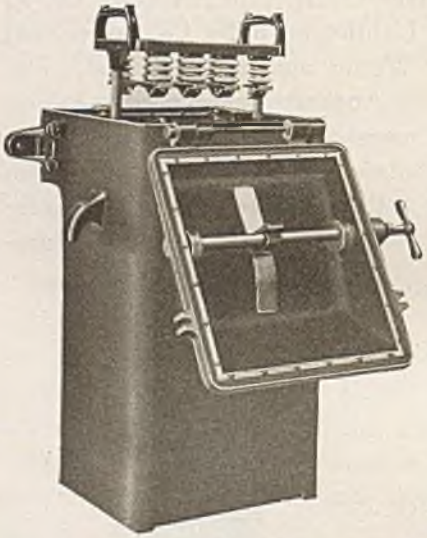


Fig. 3. Schlagwettersicherer Schaltkasten mit Transformator.

Der Schaltkasten mit Transformator (Fig. 3) ist hauptsächlich für Beleuchtungsanlagen unter Tage bestimmt, und zwar in erster Linie zur Verwendung in schlagwettergefährlichen Betriebsräumen. Er enthält in einem gußeisernen Gehäuse, das zum Anhängen an die Wand oder an Eisengerüste eingerichtet ist, einen Wechselstromtransformator, einen Schalter und die Sicherungen für die Hochspannung und Niederspannung. Da nicht nur der Transformator, sondern auch Schalter und Sicherungen unter Öl liegen, so ist der Apparat vollständig schlagwettersicher. Der Apparat wird für Leistungen bis 3,5 Kilowatt sowie für Oberspannungen bis 3150 Volt gebaut.

Schlagwettersichere und wasserdichte Installationsschaltkasten

Die Installationsschaltkasten (Fig. 4 und 5) eignen sich für rauhe oder feuchte Betriebe sowie für die Verwendung in schlagwettergefährlichen Betriebsräumen. Die Schlagwettersicherheit der Schalter wurde durch

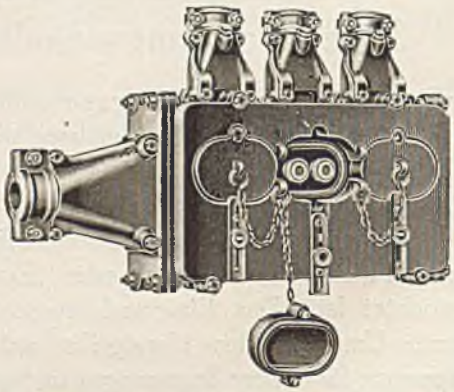


Fig. 4. Dreipoliger Abzweigkasten, geschlossen.

Prüfung auf der Schlagwetterversuchsstrecke bei Gelsenkirchen festgestellt. Die Installationsschaltkasten werden als Hauptschaltkasten mit Schalter und Sicherungen sowie als Abzweigkasten mit Sammelschienen, Schalter und Sicherungen gebaut. Die Kasten lassen sich, wie Fig. 5 zeigt, in beliebiger Anzahl aneinanderreihen.

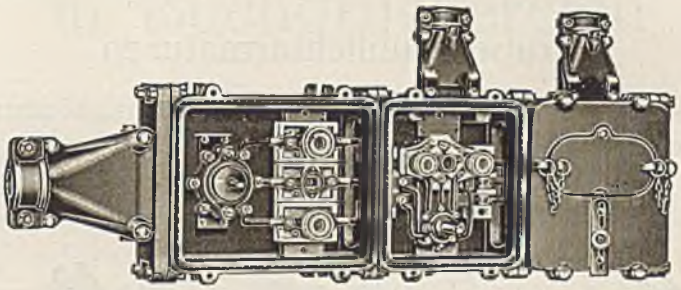


Fig. 5.
Schlagwettersicherer Schaltkasten mit zwei Abzweigkasten.

Durch eine Verriegelung ist dafür gesorgt, daß die Sicherungskappe auf der Vorderseite nicht eher geöffnet werden kann, bevor der zugehörige Stromkreis ausgeschaltet ist, und das anderseits der Strom erst wieder eingeschaltet werden kann, wenn die Kappe fest aufgeschraubt ist.

Schlagwettersichere und wasserdichte Moment-Drehschalter System Engel

Die Moment-Drehschalter, wie sie durch Fig. 6 und 7 dargestellt werden, sind wasserdicht und explosionssicher gebaut. Die einzelnen Kontaktsegmente sind mit Platten aus feuerfestem Material umgeben, durch welche

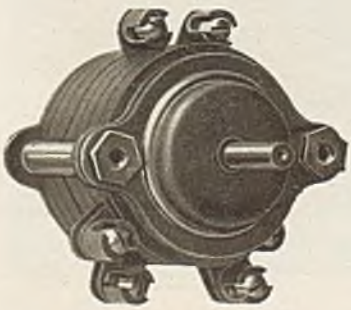


Fig. 6. Moment-Drehschalter
Gehäuse abgenommen.

Fig. 7. Zweipoliger Moment-
Drehschalter für 6 Ampere.

bei einer etwaigen Explosion im Innern des Schalters die austretenden Gase derartig abgekühlt werden, daß die Explosion sich nicht nach außen fortpflanzen kann. Die Apparate sind also auch ohne das den Schalter wasserdicht abschließende Gehäuse schlagwettersicher.

Grubenglühlichtarmaturen

Bei den durch Fig. 8 und 9 dargestellten Grubenglühlichtarmaturen ist durch eine federnde Vorrichtung dafür gesorgt, daß bei Abnahme des Schutzkorbes und des Glases der Kontakt zwischen der Stromzuführung und der Lampe selbsttätig unterbrochen wird.

Fig. 8.
Grubenglühlichtarmatur
mit einer Kabeleinführung.
Maßstab 1 : 10.

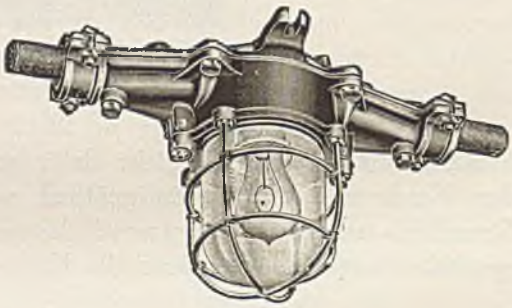


Fig. 9.
Grubenglühlichtarmatur
mit zwei Kabeleinführungen.

Die Kabel werden in die dafür vorgesehenen Muffen der Armaturen eingeführt und ordnungsmäßig vergossen, so daß besondere Endverschlüsse selbst bei Verwendung der billigen Papierkabel überflüssig sind.

Elektrische Kraftanlagen in Buchdruckereien

Die Erfolge, die das Druckereigewerbe in der neueren Zeit durch eine Reihe von Erfindungen und Verbesserungen auf drucktechnischem Gebiete erreicht hat, haben sich in vollem Umfang nur dadurch ermöglichen lassen, daß die Hilfsmittel, welche die moderne Wissenschaft und Technik bietet, in den Dienst des Druckereigewerbes gestellt wurden. Unter diesen Hilfsmitteln steht die Verwendung des elektrischen Stromes für Licht und Kraft mit an erster Stelle. Insonderheit hat die Einführung des elektrischen Antriebs von Druckerpressen eine durchgreifende Umwälzung im Druckereibetrieb mit sich gebracht.

Der früher übliche Transmissionsantrieb, bei dem die einzelnen Druckerpressen von einer gemeinsamen Transmission durch Riemen angetrieben wurden, war mit einer Reihe von schwerwiegenden Nachteilen verbunden. Die beträchtlichen Reibungsverluste, die in der Transmission auftreten, verringern

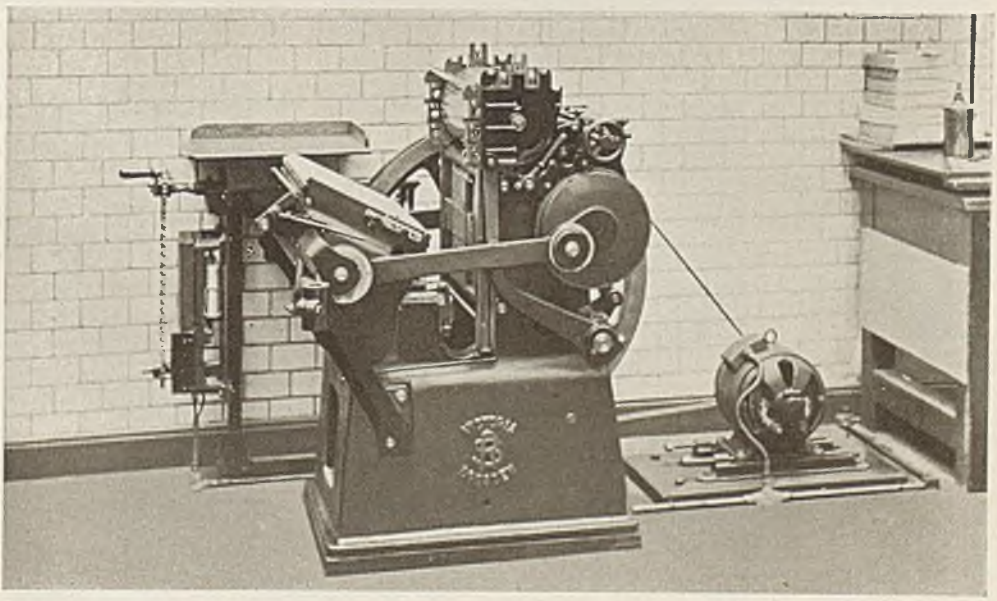


Fig. 1.
Elektrisch angetriebene Tiegeldruckpresse.

Fig. 2.
Regulieranlasser für häufiges Anlassen.
Mit Schutzkappe.

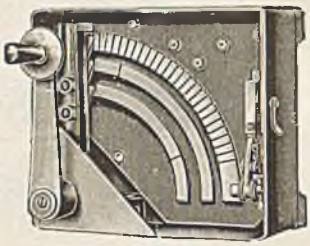


Fig. 3.
Regulieranlasser für häufiges Anlassen.
Schutzkappe entfernt.

den Wirkungsgrad der Anlage. Sie fallen besonders dann stark ins Gewicht, wenn nur ein Teil der an die Transmission angeschlossenen Pressen im Gang ist. Ausserdem werden bei Transmissionsantrieb die Arbeitsräume verdunkelt, und sie lassen sich nur schwer von Öl und Staub freihalten.

Weiter kann man beim Transmissionsantrieb bei der Aufstellung neuer Pressen nicht den am günstigsten beleuchteten Platz wählen, sondern man muß sich nach der vorhandenen Transmission richten. Auch ist die Einrichtung von Druckereien in bestehenden Gebäuden wegen des Einbaues der Transmission oft mit baulichen Veränderungen und mit sehr erheblichen Kosten verbunden.

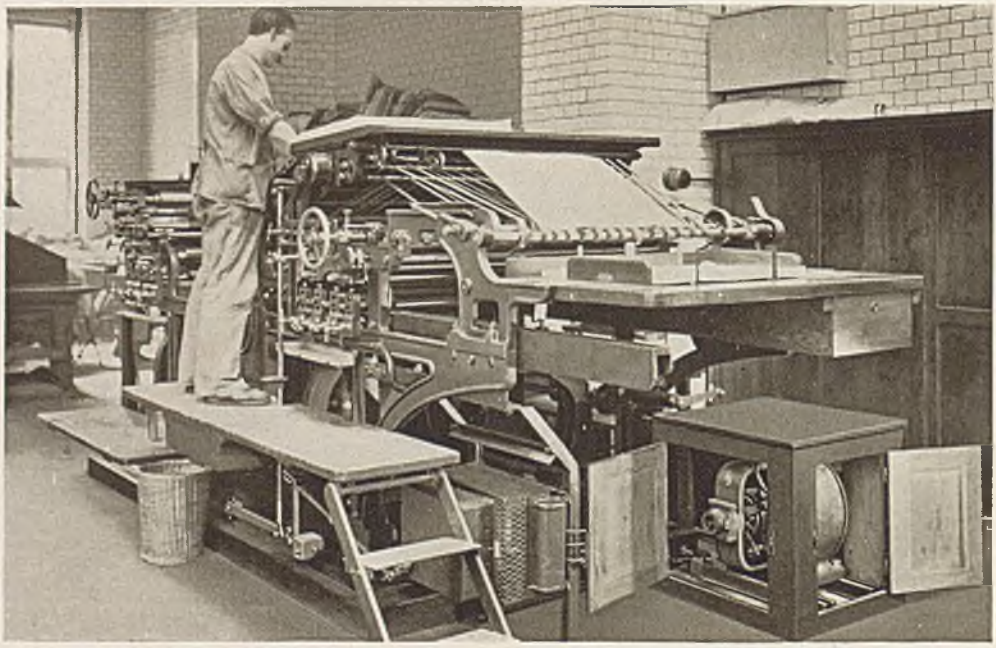


Fig. 4.
Elektrisch angetriebene Zylinderschnellpresse.

Dazu kommt, daß sich die Geschwindigkeit nur in wenigen Abstufungen ändern läßt, so daß es nicht immer möglich ist, genau die größtmögliche Geschwindigkeit einzustellen, die für die betreffende Papiersorte und für die gewünschte Qualität des Druckes zulässig ist.

Hierdurch ist selbstverständlich ein gewisser Produktionsausfall gegeben. Bei Rotationsmaschinen bietet der Transmissionsbetrieb den weiteren Nachteil, daß das Anlassen der Druckerpresse nicht ruhig genug erfolgt und dadurch leicht ein Reißen des Papiers auftritt.

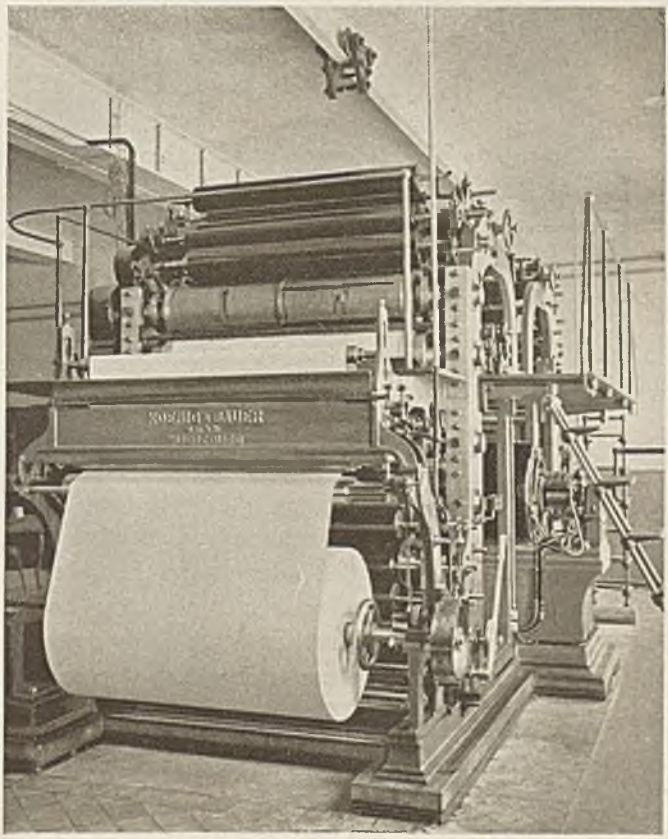


Fig. 5. Elektrisch angetriebene Rotationspresse.

Alle erwähnten Nachteile werden vermieden durch Einführung des elektrischen Betriebes, bei welchem jede Druckerpresse von einem besondern Motor angetrieben wird. Die Kosten, die bei Einrichtung von Druckereien durch Einführung des Einzelantriebes erwachsen, werden durch den Wegfall der Anschaffungskosten für die Transmission sowie durch die im Betriebe erwachsenden Vorteile reichlich aufgewogen. — Zugunsten des elektrischen Betriebes fällt noch besonders ins Gewicht, daß der Elektromotor wenig Raum erfordert und daß seine Wartung und Bedienung selbst bei dem ungeschulten Personal, mit dem man häufig zu rechnen hat, keine Schwierigkeiten macht. Das Anlassen und Stillsetzen des Motors sowie die Regulierung der Geschwindigkeit, vollzieht sich in einfacher Weise durch Drehen eines Hebels. Im Gegensatz zum Transmissionsbetrieb ist die Regulierung äußert feinstufig.

In der Erkenntnis der Bedeutung des elektrischen Antriebs für Druckereimaschinen haben die Siemens-Schuckertwerke auf die Ausbildung der Motoren und Anlaßapparate, die den besonderen Anforderungen des Druckereibetriebes angepaßt sind, erhöhten Wert gelegt. Die Metallkontakte der Anlaßapparate sind so kräftig gebaut, daß sie den häufigen, beim Stillsetzen und Wiederanlassen der Druckerpressen auftretenden Beanspruchungen vollständig gewachsen sind. Ihre Auswechselung wird infolge der geringen Abnutzung höchstens nach Jahren nötig sein und kann dann leicht vorgenommen werden.

Fig. 6. Anlaßwalze, geschlossen.

Zum Anlassen und Regulieren von Zylinderschnellpressen dient der in den Figuren 2 und 3 abgebildete Regulieranlasser, der für Leistungen bis zu 5 PS gebaut wird und eine Regulierung der Drehzahl bei Gleichstrom um 40% abwärts und 15% aufwärts und bei Drehstrom um 50% abwärts ermöglicht. Bei Gleichstrom werden die Apparate auf Wunsch auch für Feldregulierung der Motoren und Erhöhung der Drehzahl um 100% geliefert. Diese Art der Regulierung, bei welcher der Nebenschlußstrom des Elektromotors verändert wird, bietet den Vorteil, daß alle Verluste in Vorschaltwiderständen vermieden werden und eine Änderung der Belastung ohne Einfluß auf die Drehzahl ist. Die Anlasser werden gewöhnlich an den Rahmen der Druckerpressen angebaut, so daß sie sich leicht bedienen lassen. Sie werden stets in senkrechter Lage montiert.

Fig. 7. Anlaßwalze, geöffnet.

Der Ausschaltfunken wird bei dieser Ausführung durch einen Kohlekontakt, der leicht ausgewechselt werden kann, aufgenommen.

Für den Antrieb von Rotationspressen werden die in den Figuren 6 und 7 abgebildeten Anlaßwalzen verwendet, die nach Art der im Kranbetriebe benutzten Steuerwalzen gebaut sind. In Druckereien, in denen Gleichstrom zur Verfügung steht, werden sie gewöhnlich in Verbindung mit Motoren für Feldregulierung benutzt. Sie gestatten dann eine stufenweise Erhöhung der Drehzahl um 100 und 200%. Die Anlaßwalzen können jedoch auch bei Gleichstrom für Hauptstromregulierung um 40% abwärts und Nebenschlußregulierung um 15% aufwärts gebaut werden, sowie bei Drehstrom für eine Regulierung um 50% abwärts.

Um zu verhindern, daß beim Stillsetzen der Presse gebremst wird, bevor der Motor ausgeschaltet ist, wird die mechanische Hand- oder Fußbremse durch

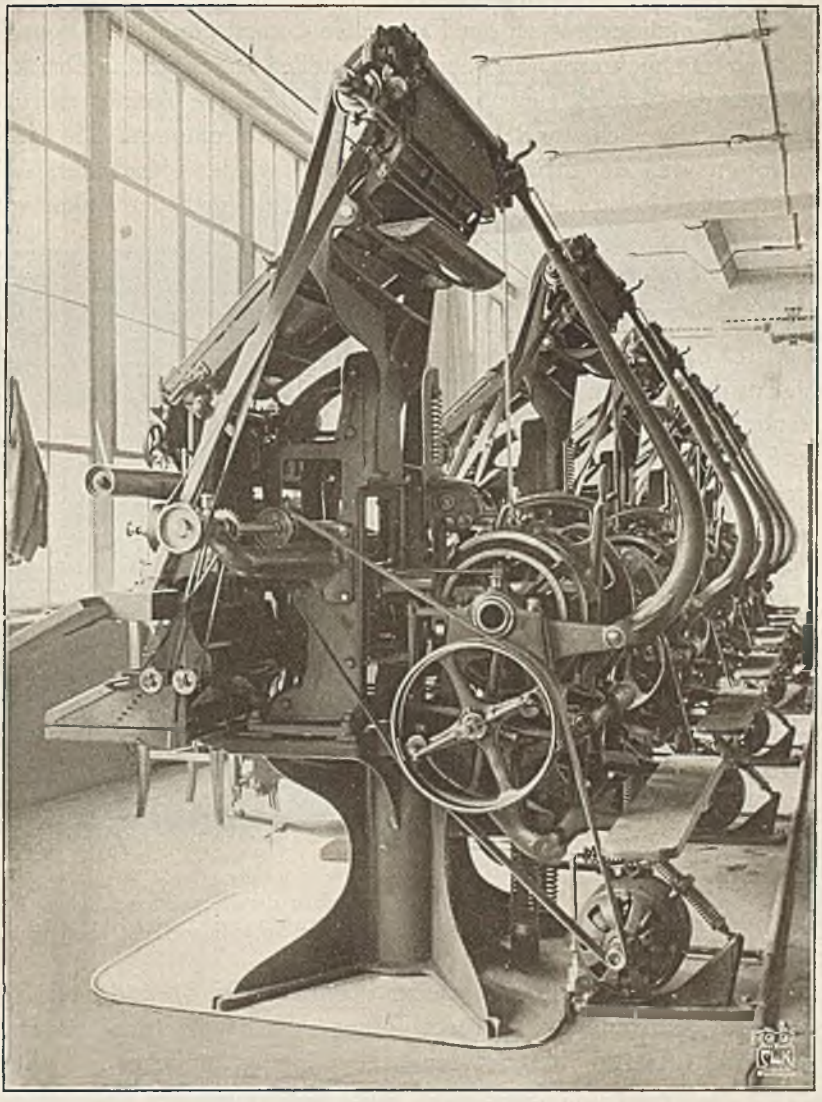


Fig. 8.
Elektrisch angetriebene Setzmaschine.

eine Kette oder ein Gestänge derartig mit der Anlasserwelle in Verbindung gebracht, daß bei Betätigung der Bremse gleichzeitig der Anlasser in seine Nullstellung zurückgeführt wird. Da für das Bremsen und für das Ausschalten des Motors nur eine einzige Bewegung der Hand oder des Fußes erforderlich ist, so vollzieht sich das Stillsetzen der Presse in denkbar kürzester Zeit.

Wenn die Presse von verschiedenen Stellen aus stillgesetzt werden soll, wie dies häufig bei Rotationspressen der Fall ist, so kommt ein selbsttätiger Schalter in Verbindung mit mehreren, an geeigneten Stellen angebrachten Druckknöpfen zur Verwendung. Sobald einer von den Druckknöpfen betätigt wird, unterbricht der selbsttätige Schalter den Stromkreis des Elektromotors. Die Einrichtung ist so getroffen, daß der Schalter sich erst dann wieder einschaltet, wenn der Anlasser in seine Nullstellung zurückgedreht und dadurch der Anker vor Kurzschluß geschützt ist.

Die Figuren 1, 4 und 5 zeigen Druckerpressen, die von den Siemens-Schuckertwerken mit elektrischem Antrieb versehen sind. Der Regulieranlasser der Tiegeldruckpresse in Figur 1 und der Zylinderschnellpresse in Figur 4 ist auf die oben beschriebene Weise mit der Bremse in Verbindung gebracht. In Figur 4 ist das dazu erforderliche Gestänge deutlich ersichtlich. Bei dem in Figur 5 abgebildeten Antrieb einer Rotationspresse fällt besonders die günstige räumliche Anordnung des Motors auf, der so aufgestellt ist, daß die Bedienung der Presse von allen Seiten ungehindert erfolgen kann.

Fig. 9.
Entstäuben der Setzkästen in einer Druckerei mittels 5pferdiger Entstäubungspumpe.

Außer für den Antrieb von Druckerpressen findet der Elektromotor auch für den Antrieb von Setzmaschinen (Fig. 8) und von Schneidemaschinen usw. Verwendung. Es sei ferner auf die elektrisch angetriebenen Entstäubungspumpen hingewiesen, die eine gründliche und hygienisch einwandfreie Reinigung der Setzkästen durch Absaugen des Staubes bewirken (Fig. 9).

Damit ist jedoch die vielseitige Verwendung des elektrischen Stromes für Druckereien nicht erschöpft. Außer der elektrischen Beleuchtung der Werkstätten mit Glühlicht und direktem oder indirektem Bogenlicht sei noch die Verwendung der elektrischen Kopier- und Aufnahmelampen erwähnt. Mit Recht darf der elektrische Strom als ein unentbehrliches Hilfsmittel bezeichnet werden, das dazu beigetragen hat, das Buchdruckgewerbe auf seine gegenwärtige hohe Stufe zu heben.

Bühnenregler

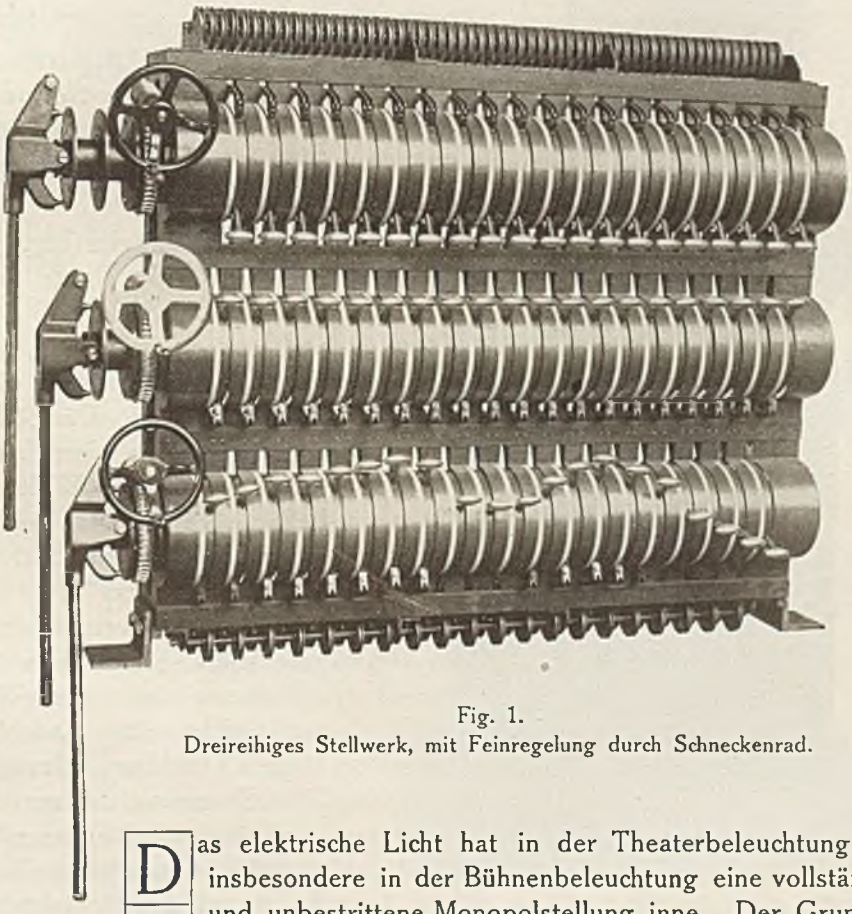


Fig. 1.
Dreireihiges Stellwerk, mit Feinregelung durch Schneckenrad.

Das elektrische Licht hat in der Theaterbeleuchtung und insbesondere in der Bühnenbeleuchtung eine vollständige und unbestrittene Monopolstellung inne. Der Grund für die allgemeine Verwendung der Elektrizität zur Bühnenbeleuchtung liegt, abgesehen von der Feuersicherheit einer ordnungsgemäß ausgeführten elektrischen Anlage, vor allem darin, daß bei elektrischer Beleuchtung die Möglichkeit gegeben ist, die Stärke und Farbe der Beleuchtung in einfacher Weise von einer zentralen Stelle aus zu regulieren und die feinsten Stufen und Übergänge in der Beleuchtung herzustellen. Dies geschieht in der Weise, daß man die einzelnen Beleuchtungskörper mit verschieden gefärbten Lampen versieht, welche den Farben entsprechend in Gruppen zusammengeschaltet werden. In geeigneten

Fällen, meist in kleinen Theatern, werden auch in verschiedenen Beleuchtungskörpern Lampen gleicher Farbe zu einer Gruppe zusammengefaßt. Das Regulieren der Helligkeit der einzelnen Lampengruppen sowie das gleichzeitige Mischen und Abtönen der Farben erfolgt durch den sogenannten Bühnenregler.

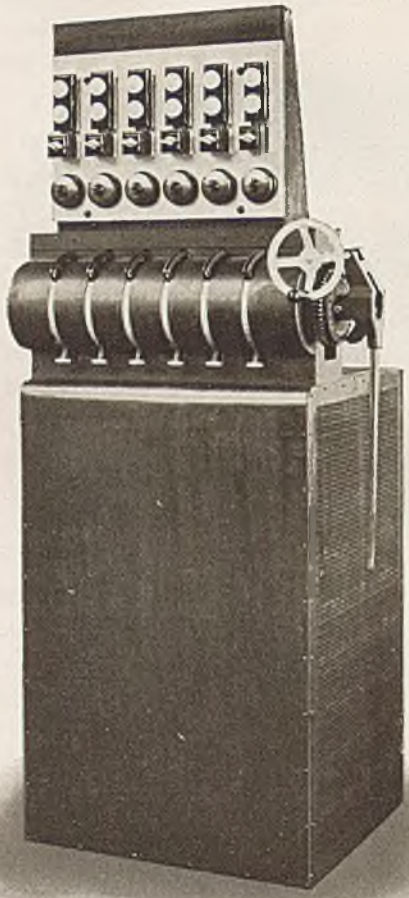


Fig. 2.
Einreihiges Stellwerk, zusammengebaut mit Reguliderständen und Schalttafel, mit Kupplungsvorrichtung.

Im folgenden soll die Ausführung dieses Apparates, wie ihn die Siemens-Schuckertwerke auf Grund langjähriger Erfahrungen bauen, näher beschrieben werden.

Die Bühnenregler (Fig. 1 und 2) bestehen aus einem mechanischen Teil, dem Stellwerk, und aus Widerständen, welche den Lampengruppen vorgeschaltet werden. Das Stellwerk dient dazu, um einen auf der Kontaktbahn der Widerstände befindlichen Schlitten nach der einen oder andern Richtung zu bewegen und auf diese Weise die Lampen zu verdunkeln oder zu erhellen. Es besitzt zu diesem Zweck eine oder mehrere Wellen, auf welche eine Anzahl von Hebeln drehbar befestigt ist. Die Bewegung dieser Hebel wird durch ein biegsames Stahldrahtseil über Seilscheibe und Rollen auf den Kontaktschlitten des Widerstandes übertragen.

Um eine Übersicht über den jeweiligen Helligkeitsgrad der Lampen bei der Bewegung der Hebel zu ermöglichen, besitzt jeder Hebel eine Teilung mit 100 Teilstrichen, die den einzelnen Abstufungen der Widerstände entsprechen.

Die Hebel lassen sich einzeln drehen, so daß jede Lampengruppe gesondert geregelt werden kann. Außerdem ist auch eine gemeinsame Regelung einer

beliebigen Anzahl von Lampengruppen der gleichen Farbe möglich, indem die zugehörigen Hebel mit einer durchgehenden Welle gekuppelt werden. Der Antrieb dieser Welle erfolgt in den Fällen, in denen die gekuppelten Hebel schnell verstellt werden sollen, durch einen an der Seite des Stellwerks angebrachten Haupthebel, der in der Ruhelage senkrecht herabhängt und mit der durchgehenden Welle durch einen leichten, in Richtung der Achse ausgeübten Druck gekuppelt wird. Bei geringer Anzahl von Hebeln kann an die Stelle des Haupthebels auch ein Handrad treten.

Außer dieser erwähnten gemeinschaftlichen Regelung wird fast immer noch eine Feinregulierung mit Schneckenrad-Übersetzung vorgesehen, die es ermöglicht, die gekuppelten Hebel langsam zu verstellen und dadurch die zugehörigen Lampengruppen ganz allmählich zu verdunkeln oder zu erhellen.

Da die Hebel sich bei der Kuppelung nicht immer in der gleichen Stellung befinden, so ist Vorkehrung dafür getroffen, daß, auch nachdem einzelne der gekuppelten Hebel in die Endstellung gelangt sind, noch ein Weiterdrehen der übrigen gekuppelten Hebel ohne weiteres möglich ist. Bei einer Bewegung im entgegengesetzten Sinne kuppeln sich die in der Endstellung befindlichen Hebel selbsttätig wieder ein.

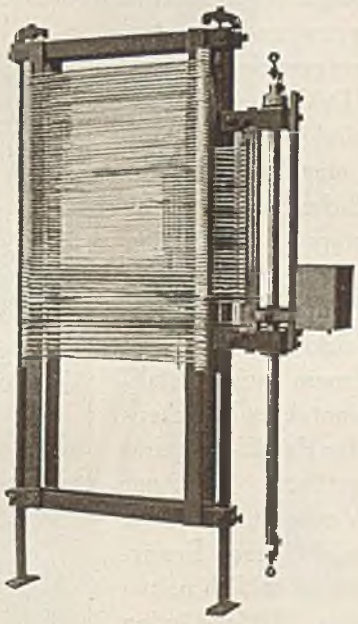


Fig. 3.
Regulierwiderstand für Bühnenregler.

Die mehrreihigen Ausführungen (Fig. 1) enthalten zwei bis vier wagerechte Reihen von Hebeln, von denen im allgemeinen nebeneinanderliegende zu Lampen gleicher Farbe, übereinanderliegende zu Lampen desselben Beleuchtungskörpers gehören. Die Anzahl der Hebelreihen richtet sich nach der Anzahl der Farben, die gleichzeitig reguliert werden sollen. Bei Apparaten mit zwei oder drei Hebelreihen kann die Farbenzahl dadurch erhöht werden, daß man am Stellwerk Farbenumschalter vorsieht, durch welche eine Hebelreihe je nach Belieben zur Regulierung zweier verschiedener Farben benutzt werden kann.

Bei den einreihigen Bühnenreglern (Fig. 2) liegen alle Hebel in einer Reihe nebeneinander. Diese Ausführung wird verwendet, wenn es sich nur um einfarbige Beleuchtung handelt, sie kann aber auch bei kleinen Bühnen zur Beleuchtung nach dem Mehrfarbensystem benutzt werden. Die verschiedenen Farben eines Beleuchtungskörpers werden dann auf mehrere Hebel, die also im Gegensatz zu den mehrreihigen Stellwerken nicht übereinander, sondern

nebeneinander liegen, verteilt oder mittels des oben erwähnten Farbenumschalters durch einen einzelnen Hebel geregelt, Die Farbenumschalter werden nach Fig. 2 mit den Sicherungen auf einer Schalttafel, die mit dem Regler zusammengebaut ist, montiert.

Die Regulierwiderstände (Fig. 3) werden bei den mehrreihigen Bühnenreglern getrennt aufgestellt, dagegen bei der einreihigen Ausführung mit dem Stellwerk zu einem gemeinsamen Apparat vereinigt. Das Widerstandsmaterial der Regulierwiderstände ist auf Isolierstücken aus Porzellan, die von Flacheisenrahmen getragen werden, aufgewickelt. Die Drahtquerschnitte sind so gewählt, daß eine vollständige Sicherheit gegen zu starke Erwärmung gegeben ist. Die Enden der Drahtwicklung sind zu einem aus Metallkontakten bestehenden Regulierapparat geführt, der zur Vermeidung einer schädlichen Erwärmung seitlich neben den Widerständen angeordnet ist. Auf dem Regulierapparat gleitet ein Kontaktschlitten, der, wie oben angegeben, unter Zwischenschaltung von Seil und Rollen durch den Hebel des Bühnenreglers betätigt wird. Er ist auf einer eisernen Stange befestigt, deren Gewicht das Stahlseil dauernd gespannt hält. Damit die Drehung der Hebel ohne wesentlichen Arbeitsaufwand erfolgen kann, ist das Gewicht der Eisenstange durch ein Gegengewicht, das mittels eines Stahlseils an der Seilscheibe des Bühnenreglers befestigt ist, ausgeglichen.

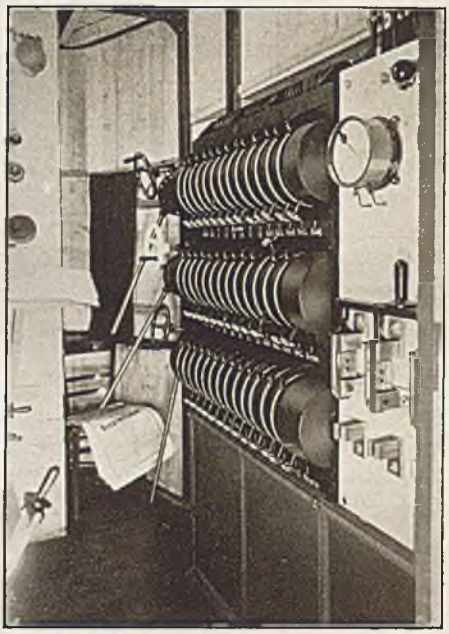


Fig. 4.
Dreireihiger Bühnenregler
im Stadttheater Essen.

Wenn der Kontaktschlitten in seine Endstellung gelangt, wobei also infolge Einschaltung des ganzen Regulierwiderstandes die Lampen verdunkelt sind, tritt ein Endausschalter in Tätigkeit, der den Stromkreis der betreffenden Lampengruppe unterbricht. Bei entgegengesetzter Drehung des Hebels wird der Stromkreis selbsttätig wieder geschlossen. Der Endausschalter ist mit Kohlekontakten versehen und bei Gleichstrom mit einem magnetischen Funkenlöscher ausgerüstet.

Fig. 4 zeigt einen mehrreihigen Bühnenregler, der im Stadttheater Essen Aufstellung gefunden hat.

Bühnenscheinwerfer

Bühnenscheinwerfer ohne Projektionseinrichtung

Fig. 1.
Bühnenscheinwerfer
ohne Projektionseinrichtung,
senkrechte Kohlenstellung.

Fig. 2.
Bühnenscheinwerfer
ohne Projektionseinrichtung,
wagerechte Kohlenstellung.

Die in Fig. 1 und 2 abgebildeten Bühnenscheinwerfer eignen sich für solche Fälle, in denen besonderer Wert auf geringes Gewicht und niedrige Anschaffungskosten gelegt wird. Sie enthalten eine für Handregulierung eingerichtete Gleichstrombogenlampe für 20 Amp., die vor einem Metallspiegel von etwa 260 mm Durchmesser angeordnet ist. Die Apparate sind mit Führungen zum Einschieben von Riffelglasstreuern oder von farbigen Gläsern versehen. Die Stromzuführung erfolgt unter Zwischenschaltung eines tragbaren Vorschaltwiderstandes durch biegsame, in Segeltuch eingenähte Leitungen. Die Steckdosen zum Anschluß der Leitungen sind derartig ausgebildet, daß das Anschließen der richtigen Pole sichergestellt wird.

Der Scheinwerfer in Fig. 1 mit senkrechter Kohlenstellung wird normal ohne Scherenverschluß ausgeführt, kann jedoch auf Wunsch einen derartigen Verschluß erhalten. Der Apparat, welcher ein verhältnismäßig geringes Gewicht besitzt, kann in der Hand gehalten oder auf einen Tisch gestellt werden. Außerdem läßt er sich in einer schmiedeeisernen, mit Klemmvorrichtung versehenen Stativgabel befestigen, innerhalb deren er um eine horizontale Achse drehbar gelagert ist. Die Gabel ist auf einer Fußplatte um eine vertikale

Achse drehbar angeordnet. Die Fußplatte wird entweder auf dem Teller eines schmiedeeisernen, mit Höheneinstellung versehenen Stativs befestigt oder mit einer Zwinge auf einem Tisch angeschraubt (vgl. die Befestigung der Scheinwerfer in Fig. 2 und 3).

Der Scheinwerfer in Fig. 2 mit wagerechter Kohlenstellung wird stets mit Scherenverschluß geliefert. Die Befestigung des Apparates erfolgt in der vorstehend angegebenen Weise auf einem Tisch oder Stativ, unter Verwendung einer Stativgabel.

Bühnenscheinwerfer mit Projektionseinrichtung

Der in Fig. 3, 4 und 5 dargestellte Apparat kann sowohl als Scheinwerfer wie als Projektionsapparat verwendet werden, wodurch sich eine wesentliche Vereinfachung im Betriebe der Bühnenbeleuchtung ergibt. Diese Konstruktion, die gegenüber früheren, ähnlichen Ausführungen eine veränderte Anordnung der Kohlen zeigt, besitzt den Vorteil einer besonders einfachen Handhabung und einer verbesserten Lichtausbeute.

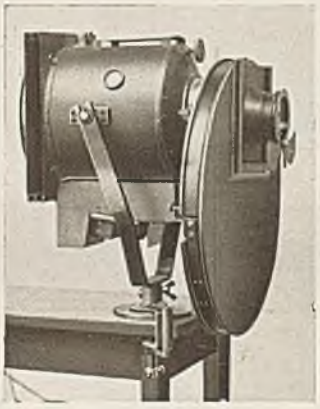


Fig. 3. Bühnenscheinwerfer mit Projektionseinrichtung, als Projektionsapparat, mit Zwinge auf einem Tisch verschraubt.

Bei den früheren Ausführungen standen die Kohlen, wenn der Apparat als Scheinwerfer benutzt wurde, wagerecht und wurden beim Übergang zum Projizieren durch Drehung des ganzen Apparates in eine vertikale Stellung gebracht. Dabei mußte der Spiegel, um ihn vor Beschädigungen durch herunterfallende Kohlenstückchen zu schützen, aus dem Apparat entfernt werden.

Die neue Ausführung zeigt demgegenüber insofern eine Verbesserung, als die Kohlen beim Betrieb des Apparates als Scheinwerfer und als Projektionsapparat ihre Stellung beibehalten. Die eine Kohle liegt wagerecht, während die andere, die schräge, die von unten kommt, mit ihr einen spitzen Winkel bildet. Die Spitzen beider Kohlen sind also wesentlich nach derselben Seite gerichtet, eine Kohlenstellung, die sich in gleicher Weise für den Betrieb des Apparates als Scheinwerfer und als Projektionsapparat eignet und in beiden Fällen mit einer besonders guten Ausnutzung der Lichtquelle verbunden ist.

Die eine Seite des Apparates dient bei der neuen Anordnung als Scheinwerfer, die andere als Projektionsapparat. Der Übergang von dem einen Betrieb zum anderen geschieht einfach dadurch, daß man durch Drehung eines Handgriffs den inneren Teil des Scheinwerferspiegels aus dem Zentrum hinweg zur Seite schiebt.

Der Spiegel besteht aus Nickelblech und ist stark versilbert. Er sitzt in einer besonderen Fassung, die zum Zweck einer Reinigung des Spiegels leicht aus dem Gehäuse herausgenommen werden kann. Die Entfernung des Spiegels von den Kohlenspitzen läßt sich durch Drehung einer Schraube verändern, so daß die Streuung, je nach Größe der zu beleuchtenden Flächen, reguliert werden kann.

Fig. 4.
Bühnenscheinwerfer mit Projektionseinrichtung, als Scheinwerfer.

Fig. 5.
Bühnenscheinwerfer mit Projektionseinrichtung, als Projektionsapparat.

Die Lampe wird für Gleichstrom von 20 Amp. oder für Wechselstrom von 30 Amp. gebaut. Bei Gleichstrom ist die wagerechte Kohle positiv. Der Abstand der Kohlen läßt sich durch Spindeln, die durch ein Rädergetriebe gekuppelt sind, von Hand einstellen.

Die Apparate werden, wie die auf den vorigen Seiten beschriebenen Scheinwerfer, mit Führungen zum Einschieben von Streuern oder farbigen Gläsern geliefert und mit Scherenverschluß ausgerüstet. Über die Befestigung mittels

schmiedeeiserner Gabel, die an einem Tisch oder Stativ angeschraubt wird, gilt ebenfalls die Darstellung auf den vorigen Seiten. Fig. 3 zeigt die Befestigung der Stativgabel auf einem Tische, während die Figuren 4 und 5 Apparate zeigen, die auf Stativen angeordnet sind.

Die Stromzuführung erfolgt bei Gleichstrom über einen tragbaren Vorschaltwiderstand, der auf die halbe Stromstärke umschaltbar ist, bei Wechselstrom über einen Transformator und einen Vorschaltwiderstand, die zu einem gemeinsamen, tragbaren Apparat vereinigt sind. Eine unrichtige Schaltung

Fig. 6.
Drehbare
Farbenscheibe.

Fig. 7.
Rahmen
mit Riffelglas-
streuer.

Fig. 8.
Wolkenscheiben-
einsatz.

Fig. 9.
Objektiv für
Vergrößerung.

Fig. 10.
Kondensor.

Fig. 11.
Objektiv
für Projektion.

der Pole bei Gleichstrom wird durch geeignete Ausbildung der zum Anschluß dienenden Steckdose verhindert. Ebenso ist bei Wechselstrom dafür gesorgt, daß das Netz und der Scheinwerfer stets in der richtigen Weise an die zum Widerstand und Transformator führenden Klemmen gelegt werden.

Von den oben abgebildeten Zusatzapparaten gehören die Figuren 6 und 7 zum Betriebe des Apparates als Scheinwerfer, während die Figuren 8 bis 11 beim Projektionsapparat benutzt werden. Außer diesen Gegenständen kommen noch Rahmen mit farbigen Glasstreifen für einfarbige oder Übergangsbeleuchtung, ein Linsensystem zur Beleuchtung kleinerer Flächen sowie Einsatzscheiben für die Projektion von Blitzen, Regenbogen, Wasserwellen usw. zur Verwendung.

Bühnen-Steckvorrichtungen
System Eberl D. R. P.

Bei der Bühnenbeleuchtung erfolgt die Stromzuführung zu den einzelnen Beleuchtungskörpern meist durch bewegliche Kabel. Diese werden bei den Soffitten und zum großen Teil auch bei den Kulissenkörpern durch feste Klemmen an die fest verlegte Leitung und an die Beleuchtungskörper angeschlossen. Dagegen erfolgt der Anschluß der Versatzkörper, Blitzlampen, Scheinwerfer, sowie nach Bedarf auch der Kulissenkörper durch Steckvorrichtungen. Die Kabel sind zu diesem Zwecke an beiden Seiten mit Steckern ausgerüstet, die einerseits mit den Steckdosen unterhalb des Bühnenfußbodens, anderseits mit den an den Beleuchtungskörpern angebrachten Steckdosen verbunden werden.

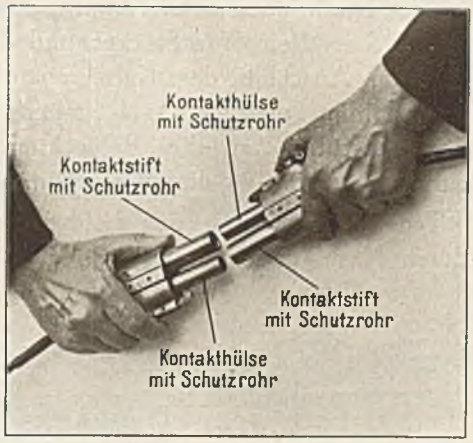


Fig. 1. Kupplung zweier Stecker.

Bei den sonst üblichen Systemen von Steckvorrichtungen ist eine Aneinanderreihung verschiedener Kabel, wie sie bei größerer Entfernung der Beleuchtungskörper von der Anschlußstelle oft wünschenswert ist, nicht in einfacher Weise möglich. Man ist vielmehr gezwungen, entweder verschiedene Kabel von ausreichender Länge vorrätig zu halten oder zur Verbindung mehrerer Kabel besondere tragbare Kupplungen zu beschaffen.

Eine erhebliche Vereinfachung gegenüber den früheren Steckvorrichtungen bietet das System „Eberl", wie es von den Siemens-Schuckertwerken ausgeführt wird und bei einer Reihe von Bühnenbeleuchtungsanlagen zur Anwendung gebracht ist. Das System unterscheidet sich von anderen Steckvorrichtungen dadurch, daß nicht, wie sonst, der eine zu kuppelnde Teil die Kontaktstifte, der andere die Kontakthülsen trägt, sondern daß jeder Teil mit je einem Kontaktstift und einer Kontakthülse ausgerüstet ist. Diese

Anordnung ermöglicht, daß bei den zweipoligen Vorrichtungen nicht nur Stecker und Steckdose, sondern auch, wie Fig. 1 zeigt, Stecker und Stecker miteinander verbunden werden können. Man kann also die Zuleitung zu entfernter gelegenen Beleuchtungskörpern in einfachster Weise durch Zusammenfügen von einzelnen Kabeln herstellen und braucht keine tragbaren Kupplungen oder verschieden lange Kabel zur Verfügung zu halten.

Fig. 2.
Zweipolige Rohrsteckdose mit Stecker.

Fig. 3.
Zweipolige Steckdose in Messinggußgehäuse mit Stecker.

Die beschriebene Anordnung der Kontaktstifte und Kontakthülsen wird in gleicher Weise für Stecker und Steckdosen angewendet. Die Steckdosen für den Anschluß der Kabel an die unter dem Bühnenfußboden verlegte Hauptleitung werden als Rohrsteckdosen (Fig. 2) ausgeführt, während für den Anschluß an die Beleuchtungskörper Steckdosen in Messinggußgehäuse (Fig. 3) geliefert werden.

Eine Vertauschung der beiden Pole, die bei der Effektbeleuchtung sonst durch Nase und Führungsnut auf den beiden Teilen der Steckvorrichtung

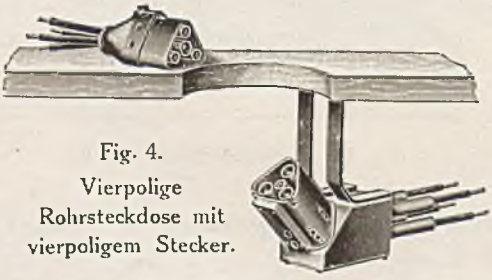


Fig. 4.
Vierpolige Rohrsteckdose mit vierpoligem Stecker.

Fig. 5.
Vierpolige Steckdose in Messinggußgehäuse mit vierpoligem Stecker.

ausgeschlossen werden muß, ist bei den Steckvorrichtungen System Eberl von vornherein unmöglich, und zwar selbst dann, wenn mehrere zweifache Versatzkabel aneinandergereiht werden.

Die mehrpoligen Steckvorrichtungen (Fig. 4 und 5) enthalten vier oder fünf Pole, von denen die außenliegenden für die Hinführung des Stromes zu den verschiedenen Farben des Versatzkörpers dienen, während der innere Pol die gemeinsame Rückleitung vermittelt. Bei Steckdosen liegen die

Kontaktstifte außen und die Kontakthülsen innen, während bei Steckern das umgekehrte der Fall ist (Fig. 5).

Mehrpolige Stecker oder Anschlußdosen können, wie es bei Bühnenbeleuchtung erwünscht ist, in der üblichen Weise zum Anschluß von zweipoligen Steckern der oben beschriebenen Ausführung und dadurch zur Speisung von Lampen einer beliebigen einzelnen Farbe Verwendung finden.

Fig. 6.
Vierpolige Steckdose in Messinggußgehäuse mit zweipoligem Stecker.

Fig. 7.
Vierpoliger Stecker, gekuppelt mit zweipoligem Stecker.

Für eine Zweifachleitung können also mehrfache Kabel mitbenutzt werden, so daß man verhältnismäßig wenig Leitungsmaterial zu beschaffen braucht. Die Figuren 6 bis 8 zeigen z. B. die Verbindung eines zweipoligen Steckers mit vierpoligen Steckvorrichtungen.

Beim System Eberl sind sowohl die Kontakthülsen als auch die Kontaktstifte mit einem metallischen Schutzmantel umgeben, der von den stromführenden Teilen durch Isolation getrennt ist. Beide Schutzmäntel fügen sich bei der Kupplung der zu vereinigenden Teile ineinander, so daß sich neben dem elektrischen Kontakt, der durch die Stifte und Hülsen erzielt wird, auch eine äußerst solide mechanische Verbindung beider Teile ergibt.

Fig. 8.
Vierpolige Rohrsteckdose mit zweipoligem Stecker.

Die Stecker besitzen eine Arretierklinke, die ein unbeabsichtigtes Lösen der miteinander gekuppelten Teile mit Sicherheit verhindert. Beim Entkuppeln wird die Arretierung durch Druck auf einen Knopf wieder gelöst.

Die Steckvorrichtungen sind entsprechend den Anforderungen des Theaterbetriebes äußerst kräftig ausgeführt. Alle stromführenden und isolierenden Teile sind in ein Gußgehäuse eingeschlossen oder von Stahlblech umgeben, so daß sie gegen unbeabsichtigte Berührung oder Beschädigungen geschützt sind.

Wechselstrombahnen

Ausführungen der Siemens-Schuckertwerke

Erweiterter Sonderdruck aus der Zeitschrift:
„Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" Jahrgang 1911, Heft 8

I. Allgemeines

Durch eingehende Vorarbeiten in Gemeinschaft mit der preußisch-hessischen Staatsbahnverwaltung ist von den Siemens-Schuckertwerken festgestellt worden, daß die geeignetste Grundlage für den elektrischen Betrieb auf Hauptbahnen in dem Einwellen-Wechselstrome mit $16^2/_3$ Wellen in der Sekunde gegeben ist, und daß damit der Wettbewerb gegenüber Dampflokomotiven möglich ist. Dieselbe Erkenntnis ist in Österreich, Bayern, Baden, der Schweiz und anderen Ländern durchgedrungen.

Gleichstrom gestattet nur niedrige Spannung und ist daher auf kurze Leitungen, also auf kleine Bahngebiete, auf Stadt-, Vorort- und kurze Hauptbahn-Strecken beschränkt. Der Drehstrom erfordert für jedes Gleis zwei Fahrleitungen, die in Bahnhöfen sehr verwickelt werden. Auch gestattet die Drehstrom-Triebmaschine nur wenige bestimmte Geschwindigkeitsstufen, die vorteilhaftes Fahren zulassen. Der Einwellen-Wechselstrom vermeidet alle diese Erschwerungen, zumal seine Triebmaschinen ohne weiteres auch mit Gleichstrom arbeiten können. Die Zusammenstellung am Schluß dieses Aufsatzes liefert einen Überblick über die Ausführungen der Siemens-Schuckertwerke auf diesem Gebiete bis Ende 1911.

II. Leitungsanlage

Die Fahrleitung ist mit Rücksicht auf sicheres Anliegen des Stromabnehmers auch bei hoher Geschwindigkeit durchgebildet. Der Fahrdraht, in der Regel ein Hartkupfer-Formdraht, ist in Abständen von etwa 6 m an einem unmittelbar darüber liegenden Tragdrahte mit Klemmen aufgehängt, die den Fahrdraht unverrückbar festhalten, den Tragdraht aber mit Spielraum umfassen, so daß ein Verschieben in der Längsrichtung, und zugleich ein senkrechtes Anheben des Fahrdrahtes möglich ist, wodurch Geschmeidigkeit des Fahrdrahtes und sicheres Anliegen des Abnehmerbügels am Fahrdrahte erzielt wird.

Der Tragdraht ist mit senkrechten, auf wagerechte Führung des Tragdrahtes abgelängten Hängedrähten in Abständen von etwa 12 m an dem stark durchhängenden Tragseile aufgehängt. Das Tragseil wird von Masten mit Auslegern oder Jochen getragen. Zur Verhinderung von Seitenschwankungen des Fahrdrahtes ist dieser zusammen mit dem Tragdrahte an jedem Stützpunkte

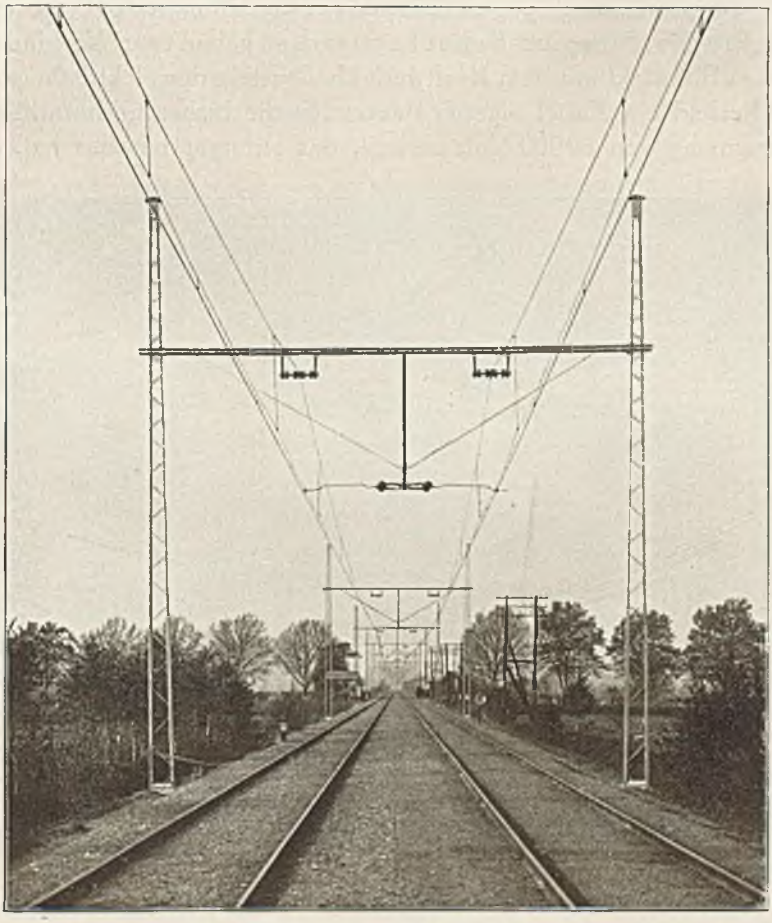


Fig. 1. Fahrleitungsanlage Dessau-Bitterfeld.

durch eine stromdicht angesetzte Strebe gefaßt. Das Tragseil mit dem Trag- und dem Fahrdrahte ist von den Masten oder Jochen doppelt gegen Stromübergang gesichert. Das Tragseil hat großen Durchhang, weil die durch Wärmeänderungen entstehenden Fehler in der Höhenlage mit Wachsen des Pfeiles abnehmen.

Diese sichere Art der Aufhängung und die stets gleichmäßige Spannung im Fahrdrahte machen Spannweiten bis 100 m möglich.

Abb. 1 zeigt die Fahrleitungsanlage der Siemens-Schuckertwerke auf der geraden Strecke der Vollbahn Dessau-Bitterfeld.

Liegt das Kraftwerk nicht unmittelbar neben der Bahn, so werden zur Übertragung der elektrischen Energie entweder an Masten in bekannter Weise aufgehängte blanke Hochspannungsleitungen oder im Erdboden verlegte Hochspannungskabel verwendet. Letztere kommen insbesondere dann in Betracht, wenn die Stromzuleitung gegen böswillige Zerstörung möglichst geschützt werden soll. Die Siemens-Schuckertwerke haben zur Verbindung des Unterwerkes Bitterfeld mit dem Kraftwerk Muldenstein der elektrischen Vollbahn Dessau-Bitterfeld ein Kabel eigener Bauart für die bisher noch nicht benutzte Betriebsspannung von 60000 Volt verlegt, das sich gut bewährt hat.

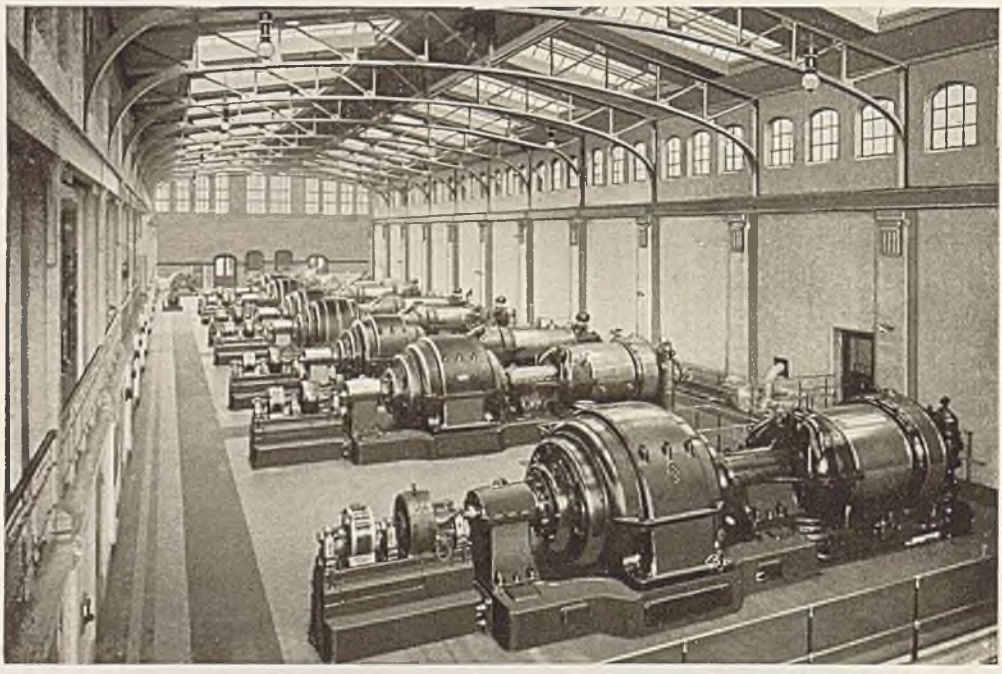


Fig. 2. Kraftwerk der Bahn Blankenese-Hamburg-Ohlsdorf.

III. Kraftwerk

Die Bahnkraftwerke zur Erzeugung des Einwellen-Wechselstromes lassen sich nicht in einer einheitlichen Form ausführen wie die Fahrleitungsanlage. Ihre Einrichtung ist verschieden, je nach ihrer Lage und Größe sowie danach, ob Dampf- oder Wasserkraft zur Erzeugung des Betriebsstromes verwendet wird. Die zweckmäßigste Anordnung muß in jedem Falle besonders nach den vorliegenden Verhältnissen bestimmt werden.

Abb. 2 zeigt das Innere des Maschinenhauses der elektrischen Stadt- und Vorortbahn Blankenese-Hamburg-Ohlsdorf. Die Bahnstromerzeuger, welche von je einer Dampfturbine angetrieben werden, sind Wechselstrom-Maschinen der Siemens-Schuckertwerke. Sie haben eine normale Leistung von je 1250 KW bei cos. $\varphi = 0{,}75$ und sind bis 1700 KW überlastbar. Der erzeugte Einphasenstrom hat 6300 Volt und 25 Wellen. Die Bahnstromerzeuger sind nach einem dem Blondel-Danielsonschen ähnlichen Prinzip mit selbsttätiger Spannungsregelung versehen, die für den Betrieb so eingestellt ist, daß die Spannungsschwankungen zwischen Leerlauf und Vollast nicht mehr als 5 % von der normalen Spannung betragen.

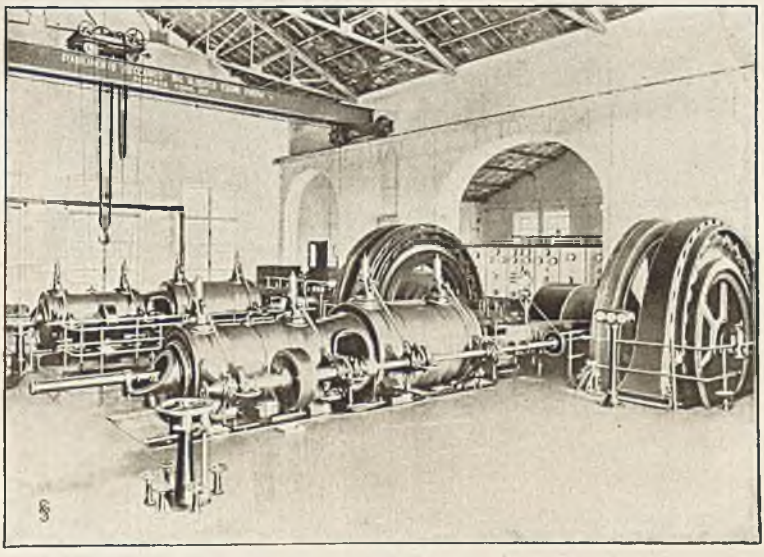


Fig. 3. Kraftwerk Parma.

Die ebenfalls von den Siemens-Schuckertwerken gelieferte Schaltanlage ist in einem vierstöckigen Anbau untergebracht. Auf der entgegengesetzten Seite schließt sich das Kesselhaus an das Maschinenhaus an. Die Kohle wird aus den neben dem Gleise liegenden Bunkern mittels Förderbänder und Becherkettenaufzüge in den Hauptkohlenbehälter im Dachgeschoß des Kesselhauses geschafft und gelangt von hier durch Abfallrohre auf die mechanischen Kesselfeuerungen.

Dampfturbinen werden zweckmäßig nur für große Maschineneinheiten — 1000 PS und mehr — verwendet; bei geringerem Arbeitsbedarf verdient z. Z. noch die Kolbendampfmaschine den Vorzug. Abb. 3 zeigt den Maschinenraum eines Kraftwerkes mit zwei Kolbendampfmaschinen.

IV. Beschreibung ausgeführter Bahnen

A) Bahnen mit Triebwagenbetrieb

1. Rom-Civita-Castellana (Abb. 4)

Die Fahrdrahtspannung beträgt im Stadtgebiete 550 Volt, sonst 6000 Volt, die Wellenzahl 25 in der Sekunde. Die Triebwagen sind vierachsig und enthalten 30 Sitz- und 20 Stehplätze. Jede Achse wird durch Zahnräder von einer Triebmaschine von 40 PS angetrieben.

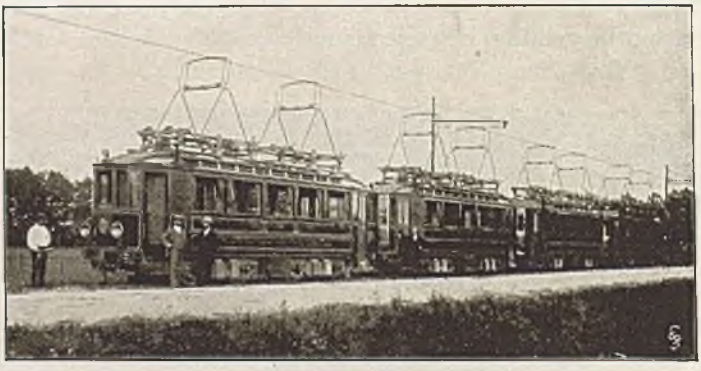


Fig. 4. Rom-Civita-Castellana.

2. Wien-Baden (Abb. 5)

Die Bahn wird innerhalb der Stadtgebiete von Wien und Baden mit Gleichstrom von 550 Volt, auf der Fernstrecke mit Wechselstrom von 550 Volt bei

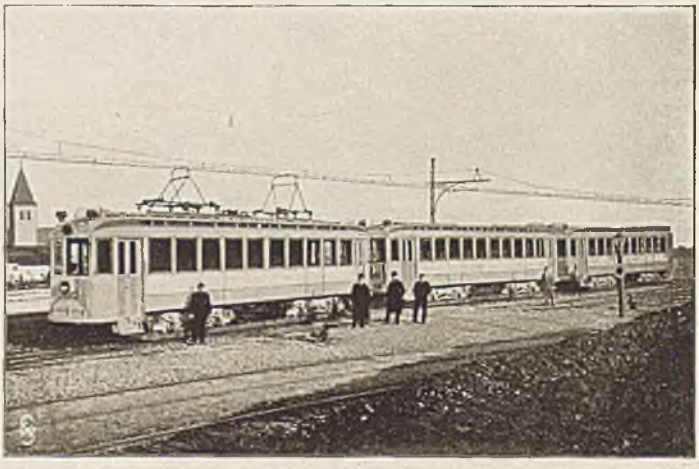


Fig. 5. Wien-Baden.

15 Wellen in der Sekunde betrieben. Ein Triebwagen faßt 44 Sitz- und 30 Stehplätze. Die Züge bestehen aus einem Triebwagen und bis zwei An-

hängewagen, die größte Fahrgeschwindigkeit ist 60 km/St, der kleinste Krümmungshalbmesser 18 m.

Jeder Triebwagen hat vier Triebmaschinen von je 55 PS. Bei einem Versuchsbetriebe wurden folgende Werte festgestellt: Aufwand an Arbeit in 4 Stunden 1260 KVA, einschließlich der Verluste in der Fern- und Fahrleitung von 7%, in den Transformatoren von 3,42%, für Beleuchtung der Bahnhöfe von 3,56%, für Heizung und Beleuchtung der Züge von 12,5%, für die Luftpumpen von 3,22%. Hieraus ergab sich der Energieverbrauch an

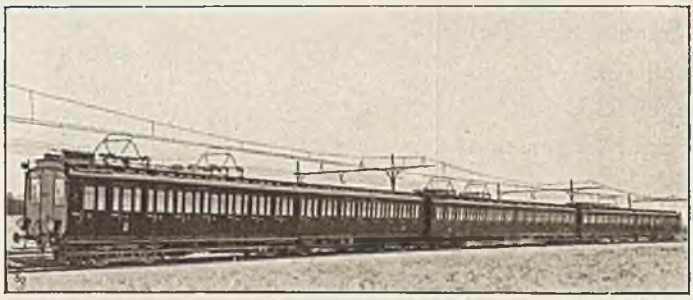


Fig. 6 Königlich Preußische Staatsbahnen, Blankenese-Hamburg-Ohlsdorf.

einem Personenzuge zu 55 WSt/tkm, an einem Schnellzuge zu 30 WSt/tkm. Der Mehrverbrauch des Personenzuges ist eine Folge des häufigeren Anfahrens.

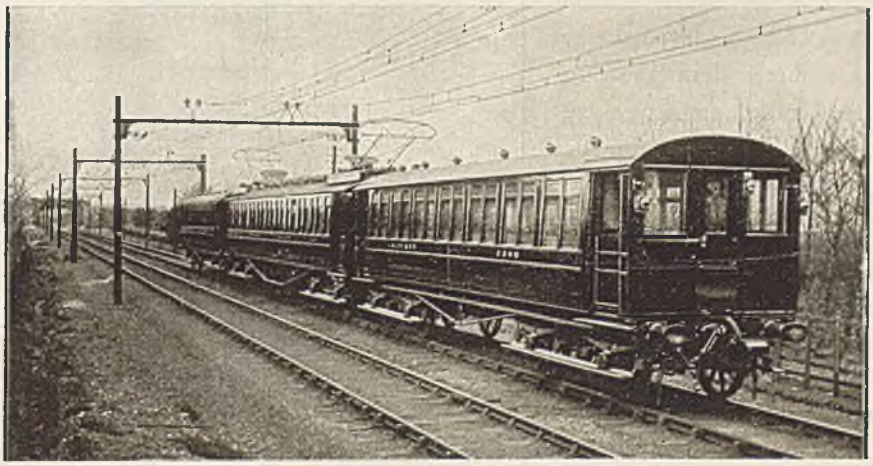


Fig. 7. Midland-Railway.

3. Blankenese-Hamburg-Ohlsdorf (Abb. 6)

Die 26,7 km lange Bahn enthält 17 Bahnhöfe und besteht aus der 8,9 km langen westlichen Vorortstrecke Blankenese-Altona, der 10,7 km langen eigentlichen Stadtbahn Altona-Hasselbrock und der 7,1 km langen nördlichen Vorortstrecke Hasselbrock-Ohlsdorf. Die Spannung in den Speiseleitungen beträgt zum Teil 30000, zum Teil 6300 Volt, in den Fahrleitungen 6300 Volt bei 25 Wellen. Je zwei Wagen sind durch Kurzkuppelung zu einer Zugeinheit verbunden, jeder hat ein zweiachsiges Drehgestell und eine bewegliche Einzelachse. Eine Zugeinheit wird durch zwei Triebmaschinen angetrieben, die beide in ein Drehgestell eingebaut sind. Die Leistung der Triebmaschinen beträgt bei den älteren Wagen je 175 PS, bei den neueren Wagen je 180 PS. Nach Bedarf können mehrere derartige Zugeinheiten zu einem Zuge zusammengestellt werden, der vom vorderen Führerstande aus mit Hilfe der Vielfachsteuerung gesteuert wird. Eine Zugeinheit älterer Bauart wiegt 69 t und enthält 128 Sitzplätze II. und III. Klasse; eine Zugeinheit neuerer Bauart hat ein Gewicht von 62 t und faßt 126 Sitzplätze II. und III. Klasse.

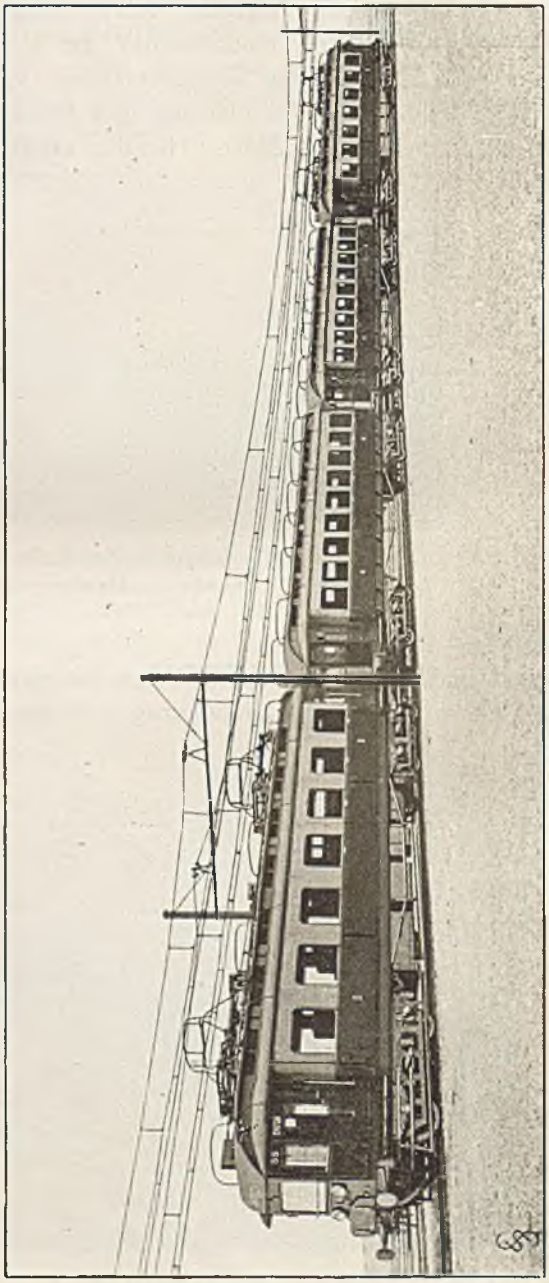


Fig. 8. Rotterdam-Haag-Scheveningen.

4. Englische Midland-Bahn, Strecke Heysham-Morecambe-Lancaster (Abb. 7)

Die Fahrdrahtspannung beträgt 6600 Volt bei 25 Wellen. Die Züge bestehen aus je einem Trieb- und zwei Anhängewagen. Ersterer hat zwei Drehgestelle, das eine mit zwei Triebmaschinen von je 175 PS. Ein Dreiwagenzug enthält bei 60 t Gewicht 180 Sitz- und 130 Stehplätze. Mit einem Triebwagen sind indes schon Züge von 161 t befördert worden. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt bis zu 90 km St.

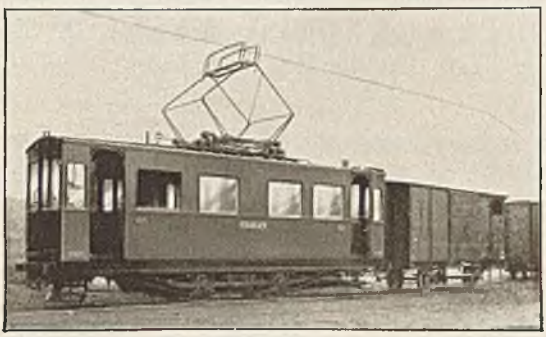


Fig. 9. Haute-Vienne.

5. Rotterdam-Haag-Scheveningen (Abb. 8)

Die Fahrdrahtspannung beträgt 10000 Volt bei 25 Wellen. Die Züge bestehen aus zwei Triebwagen II./III. Klasse und zwei Anhängewagen III. Klasse mit $2 \times 73 + 2 \times 88 = 322$ Sitz- und 68 Stehplätzen, zusammen 390 Plätzen. Das Gewicht eines vierachsigen Triebwagens mit zwei Triebmaschinen von je

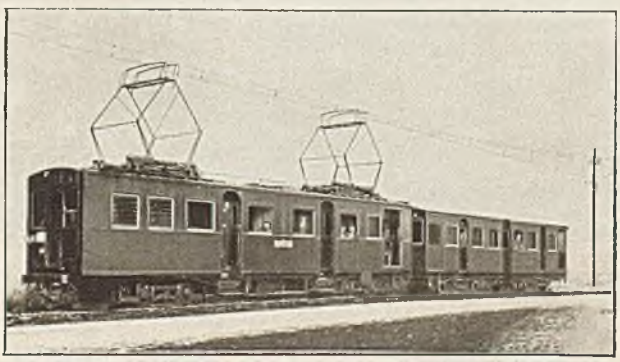


Fig. 10. Haute-Vienne.

175 PS beträgt 51 t. Bei einem Probe-Dauerbetriebe mit den Triebwagen wurden Tagesleistungen bis zu 1000 km und Geschwindigkeiten über 100 km/St erreicht. Die fahrplanmäßige mittlere Geschwindigkeit beträgt z. Zt. 60 km/St.

6. Überlandbahnen im Departement Haute-Vienne (Fig. 9 und 10)

Die Fahrdrahtspannung auf den Außenstrecken beträgt 10000 Volt, in bewohnten Ortschaften 600 Volt bei 25 Wellen in der Sekunde. Zwei Arten von Triebwagen sind vorhanden, nämlich zweiachsige Wagen mit zwei Triebmaschinen zu je 60 PS mit 7 Sitzplätzen I. Klasse, 20 Sitzplätzen II. Klasse und 14 Stehplätzen auf den beiden Endbühnen, und vierachsige Wagen

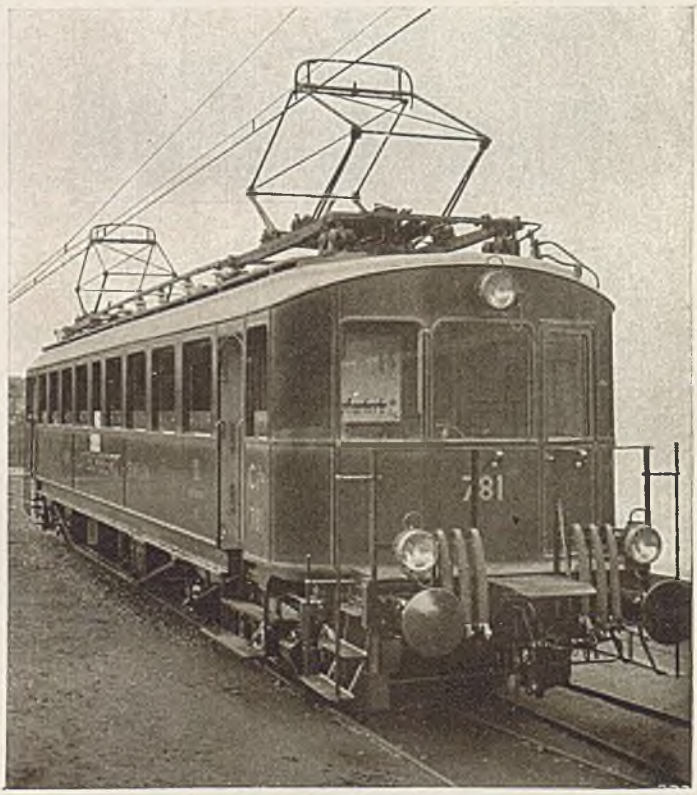


Fig. 11. Spiez-Frutigen.

mit vier Triebmaschinen zu je 60 PS. Letztere Wagen enthalten ein Abteil I. Klasse mit 7 Plätzen, drei Abteile II. Klasse mit je 7 Plätzen

und zwei Gepäck-Abteile, von denen eines für Fahrgäste hergerichtet werden kann.

7. Spiez-Frutigen, Berner Alpenbahn (Abb. 11)

Die Fahrdrahtspannung ist 15000 Volt bei 15 Wellen in der Sekunde. Die Bahn bildet die Zufuhrstrecke zu der im Bau begriffenen Lötschbergbahn. Die größte Steigung auf der Strecke Spiez-Frutigen ist 15,5 ‰, während die Lötschbergbahn 27 ‰ aufweisen wird. Dementsprechend sind die vierachsigen Drehgestell-Triebwagen, welche 64 Sitzplätze fassen, zunächst mit zwei Triebmaschinen von je 225 PS ausgerüstet, aber für den späteren weiteren Einbau zweier gleicher Maschinen eingerichtet. Ein solcher Triebwagen von 900 PS wird 55 t wiegen und auf der Steigung von 27 ‰ ein Zuggewicht von insgesamt 130 t und auf 15 ‰ Steigung ein Zuggewicht von 240 t mit 45 km/St Geschwindigkeit ziehen können.

B) Bahnen mit Lokomotiv- und Triebwagenbetrieb

1. Provinzialbahn Parma (Abb. 12 und 13)

Die Bahn wird im Stadtgebiet Parma mit 400 Volt, auf den Außenlinien Parma-Fornovo und Parma-Marzolara mit 4000 Volt Wechselstrom von 25 Wellen in der Sekunde betrieben. Die Stadtlinien sind 12,5 km, die Außenlinien 38,7 km lang.

Die Züge der Außenlinien fahren durch die Stadt. Die Umschaltung von Niederspannung auf Hochspannung erfolgt selbsttätig.

Die Triebwagen sind mit zwei Triebmaschinen von je 75 PS ausgerüstet; sie haben ein Abteil I. Klasse, drei Abteile II. Klasse und ein Gepäckabteil zur Aufnahme von 1 t Gepäck. Die von den Triebwagen gezogenen Züge haben auf den Außenlinien eine Geschwindigkeit von 40 km/St, sie sind teils Personen-, teils gemischte Züge.

Die elektrischen Lokomotiven, welche ein Dienstgewicht von rund 18 t und eine Fahrgeschwindigkeit von höchstens 20 km/St besitzen, ziehen nur Güterwagen. Jeder der beiden Motoren hat eine Stundenleistung von 70 PS.

2. Murnau-Oberammergau (Fig. 14 und 15)

Die Bahn ist die erste als Vollbahn betriebene Einwellenbahn in Deutschland. Die Betriebseröffnung fand Anfang 1905 statt. Sie befördert Güter und

Fig. 12. Provinzialbahn Parma, Wagen.

Reisende, teils in Triebwagen, teils mit Lokomotiven. Die Fahrdrahtspannung ist 5500 Volt bei 16 Wellen in der Sekunde. Von zwei Arten der Triebwagen hat die eine ein Abteil III. Klasse mit 20 Sitzplätzen, ein Abteil II. Klasse mit 8 Sitzplätzen, einen Post- und einen Gepäck- und Stückgutraum, die andere 30 Sitzplätze III. Klasse und 16 Sitzplätze II. Klasse.

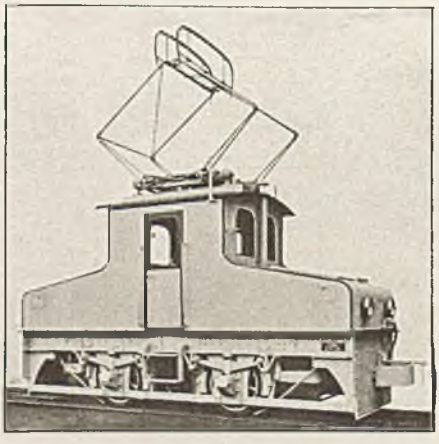


Fig. 13. Provinzialbahn Parma, Lokomotive.

Die Wagen ziehen nach Bedarf Personen- oder Güterwagen im Gesamtgewicht bis zu 24 t. Die Wagen haben zwei Triebmaschinen zu je 100 PS.

Außerdem sind zwei Lokomotiven in Betrieb, von denen die eine 20 t Dienstgewicht hat und mit zwei eingebauten Triebmaschinen zu je 100 PS 50 t Nutzlast auf 30‰ Steigung zieht, die andere bei 24 t

Fig. 14. Murnau-Oberammergau, Motorwagen mit Zug.

Dienstgewicht und zwei Triebmaschinen zu 175 PS 85 t auf 30‰ Steigung befördert. Letztere dient dem Güter- und im Sommer auch dem Reiseverkehr.

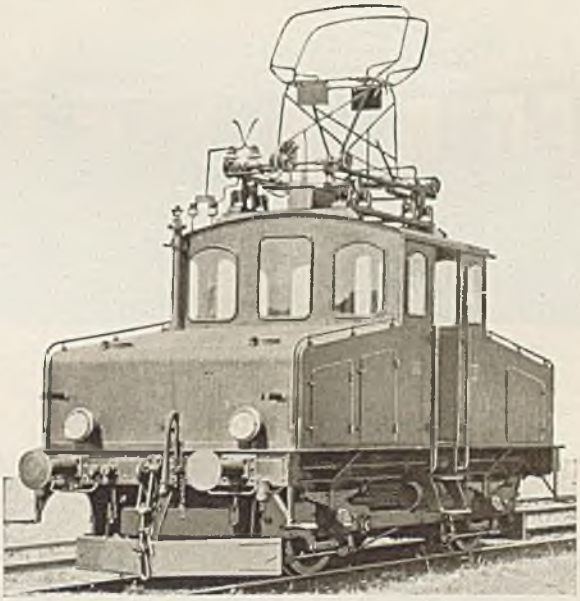


Fig. 15. Murnau-Oberammergau, Lokomotive.

3. Waitzen-Budapest-Gödöllö (Fig. 16 und 17)

Die Fahrdrahtspannung beträgt 10000 Volt bei 15 Wellen in der Sekunde. Für den Reiseverkehr sind vierachsige Triebwagen mit 16 Sitzplätzen II. und 35 Sitzplätzen III. Klasse vorgesehen. Der Antrieb erfolgt durch zwei Triebmaschinen zu je 150 PS. Die Züge werden aus einem Trieb- und einem

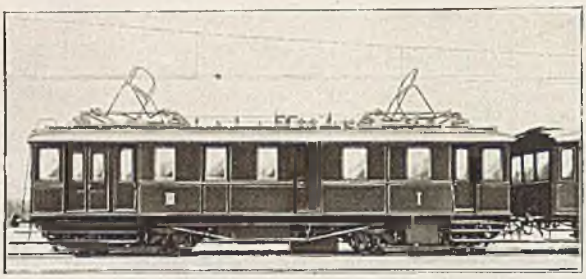


Fig. 16. Waitzen-Budapest-Gödöllö, Wagen.

Anhängewagen gebildet. Ein derartiger Zug hat im ganzen 70 t Gewicht. Die Fahrgeschwindigkeit ist 50 km/St.

Dem Güterverkehr dienen Lokomotiven mit zwei zweiachsigen Drehgestellen, jedes enthält eine Triebmaschine von 240 PS. Die beiden Achsen des Drehgestelles sind gekuppelt. Eine Lokomotive zieht Züge von 160 t auf 15 ‰ Steigung.

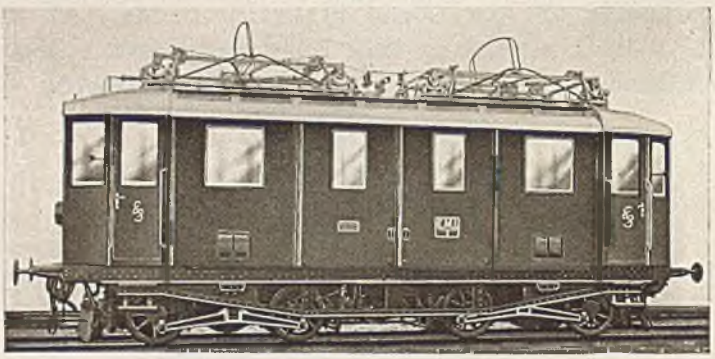


Fig. 17. Waitzen-Budapest-Gödöllö, Lokomotive.

C) Bahnen mit Lokomotivbetrieb

1. Schwedische Staatsbahn Tomteboda-Vàrtan (Abb. 18)

Im Jahre 1905 stellte die schwedische Staatsbahnverwaltung auf der Strecke Tomteboda-Vàrtan Versuche mit elektrisch angetriebenen Vollbahnfahrzeugen an, wobei ausschließlich Einwellen-Wechselstrom von 25 Wellen mit 5000 bis 20000 Volt Fahrdrahtspannung zur Anwendung kam.

Für diese Vorermittelungen zur allgemeinen Einführung des elektrischen Betriebes auf den schwedischen Staatsbahnen, lieferten die Siemens-Schuckertwerke eine C-Lokomotive. Jede der drei Triebachsen wurde von einer Triebmaschine von 110 PS angetrieben. Die Zugkraft der Lokomotive an den Rädern betrug 6000 kg, das Dienstgewicht 35 t. Sie war für eine Fahrgeschwindigkeit von 45 km/St bemessen.

Fig. 18. Kgl. Schwedische Staatsbahnen (Tomteboda-Vårtan).

2. St. Pölten-Mariazell (Fig. 19)

Die Streckenlänge beträgt 91 km, die Fahrdrahtspannung 6500 Volt, die Speiseleitungsspannung 27000 Volt bei 25 Wellen in der Sekunde.

Die Lokomotiven haben sechs Achsen, von denen je drei durch Kuppelstangen verbunden sind und durch eine Triebmaschine von 300 PS angetrieben werden. Eine solche Lokomotive von 46,5 t Dienstgewicht zieht einen Zug von 100 t mit 40 km St Geschwindigkeit auf 25‰ Steigung.

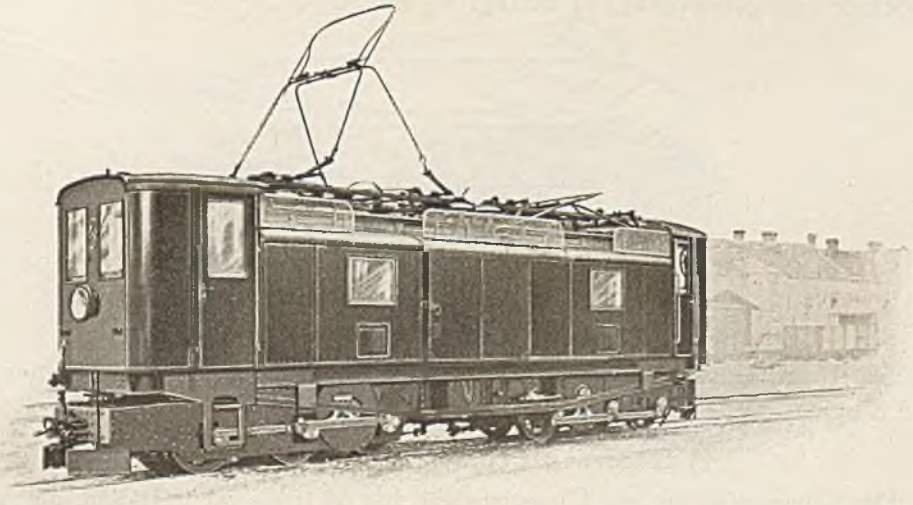


Fig. 19. St. Pölten-Mariazell C—C.

3. Wiesentalbahn, Badische Staatsbahnen (Fig. 20 und 21)

Die Lokomotiven sind zum Betriebe von Personen- und Güterzügen bestimmt; sie besitzen je zwei hochgelagerte Triebmaschinen.

Abb. 20 zeigt die Probelokomotive, welche für eine Fahrdrahtspannung von 10000 Volt bei 15 Wellen geliefert und später für eine Leitungsspannung von 15000 Volt umgeändert wurde. Die übrigen Lokomotiven der Wiesentalbahn werden nach der Fig. 21 und von vornherein für 15000 Volt ausgeführt.

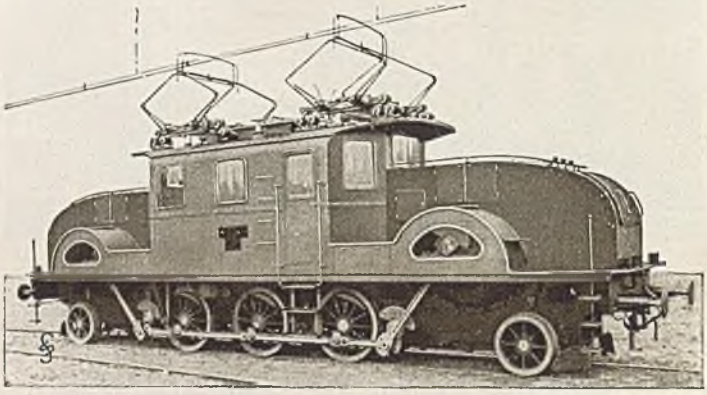


Fig. 20. Großherzoglich Badische Staatsbahnen 1—C—1.
(Probelokomotive)

Mit der Probelokomotive wurde ein Zug von 500 t Gesamtgewicht auf 10‰ Steigung und ein solcher von 1400 t auf ebener Strecke gezogen; ihre höchste Fahrgeschwindigkeit beträgt 90 km/St.

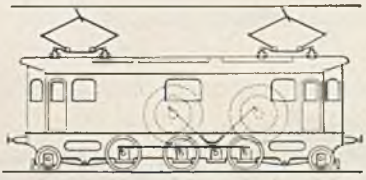


Fig. 21. 1—C—1 Baden.

4. Dessau-Bitterfeld

Die Fahrdrahtspannung ist 10000 Volt bei 15 Wellen in der Sekunde, sie wird später auf 15000 Volt bei $16^2/_3$ Wellen erhöht.

a) Güterzuglokomotive —D— (Abb. 22)

Die Lokomotive hat ein Dienstgewicht von 64 t; sie ist imstande, einen Zug von 1400 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 25 km/St zu befördern.

Die größte Geschwindigkeit soll 60 km/St, die Zugkraft beim Anfahren 8750 kg betragen.

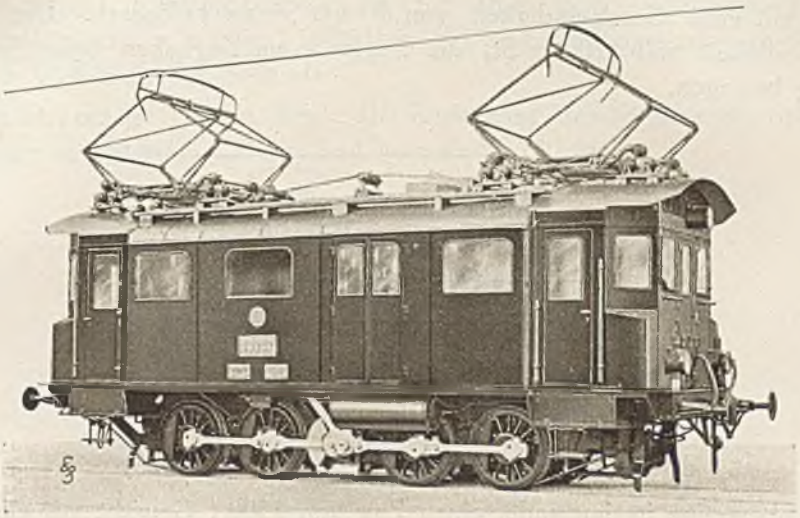


Fig. 22. Kgl. Preuß. Staatsbahnen —D—.

b) Personen- und Schnellzuglokomotive 2—B—1 (Fig. 23)

Die Lokomotive ist imstande, einen Zug von 240 t Gewicht auf der Wagerechten mit einer Geschwindigkeit von 100 km/St zu befördern. Die größte Geschwindigkeit soll 110 km/St, die Zugkraft am Zughaken beim Anfahren 4770 kg betragen.

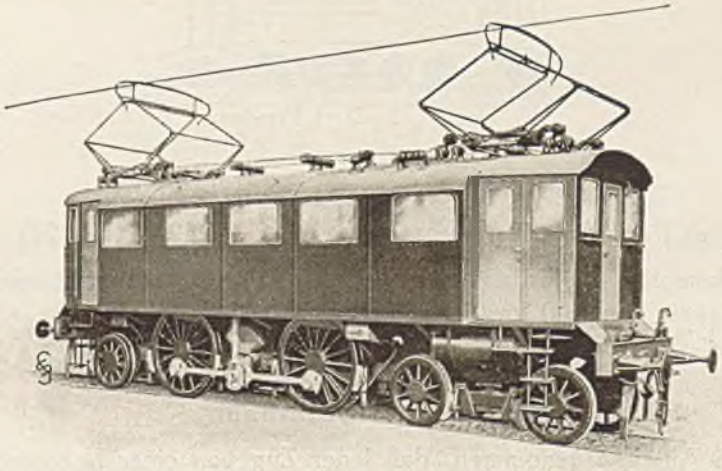


Fig. 23. Kgl. Preuß. Staatsbahnen 2—B—1.

c) Schnellzuglokomotive 1—C—1/1600 (Fig. 24)

Die Lokomotive ist imstande, einen Zug von 430 t Gewicht auf der Wagerechten mit einer Geschwindigkeit von 90 km/St zu befördern. Die größte Geschwindigkeit soll 110 km/St, die Zugkraft am Zughaken beim Anfahren 8500 kg betragen.

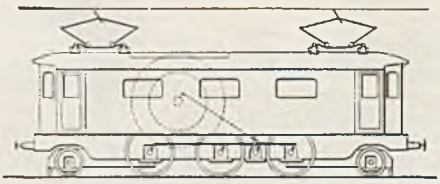


Fig. 24. 1—C—1 Preußen.

d) Güterzuglokomotive 1—D—1 (Fig. 25)

Die Lokomotive ist imstande, einen Zug von 1300 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 50 km/St und einen Zug von 2000 t Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 26 km/St zu befördern. Die größte Fahrgeschwindigkeit soll 80 km/St, die Zugkraft beim Anfahren 14000 kg betragen.

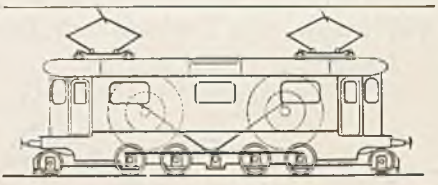


Fig. 25. 1—D—1 Preußen.

e) Personenzuglokomotive 1—C—1/1250 (Fig. 24)

Die Lokomotive befördert Züge von 500 t Gewicht mit der Höchstgeschwindigkeit von 100 km/St. Die Zugkraft beim Anfahren soll 7200 kg betragen.

5. Berliner Stadtbahn

Es ist in Aussicht genommen, daß jeder Zug von einer Lokomotive —D— an der Spitze und einer zweiten Lokomotive —D— am Ende des Zuges befördert wird. Die höchste Geschwindigkeit soll 65 km/St betragen.

6. Schwedische Staatsbahn Kiruna-Riksgränsen

Die Bahn dient in erster Linie für die Förderung der in Kiruna gewonnenen Eisenerze zur norwegischen Grenze, hat aber auch Schnellzugverkehr. Die Fahrdrahtspannung beträgt 15000 Volt, die Speiseleitungsspannung 80000 Volt bei 15 Wellen in der Sekunde.

Die Strecke ist 130 km lang. Die Entfernung des Kraftwerkes beträgt vom Anfange der Strecke 120 km und vom Ende 250 km.

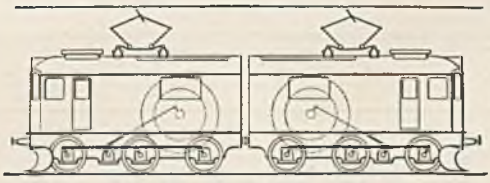


Fig. 26. C + C Schweden.

a) Güterzuglokomotive C + C (Fig. 26)

Die Güterzuglokomotive besteht aus zwei gleichen Hälften, deren jede eine Triebmaschine trägt. Das für die Reibung voll ausgenutzte Dienstgewicht ist 100 t. Zwei solche Lokomotiven können 40 dreiachsige Erzwagen mit 2035 t Gewicht auf 10‰ Steigung und gleichzeitig in Krümmungen von 500 m Halbmesser mit 30 km/St Geschwindigkeit befördern.

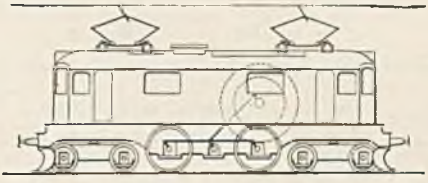


Fig. 27. 2—B—2 Schweden.

b) Schnellzuglokomotive 2—B—2 (Fig. 27)

Die Schnellzuglokomotive befährt dieselbe Linie; sie besitzt nur eine Triebmaschine.

Ausgeführte und in Ausführung begriffene Wechselstrombahnen Bauart Siemens-Schuckert

Nr.	Name der Bahn	Textabb.	Spannung Volt	Wellenzahl in der Sekunde	Fahrleitungslänge km	Anzahl der Triebwagen	Anzahl der Lokomotiven	Triebmaschinen: in einem Triebwagen	in einer Lokomotive	im Ganzen mit Ersatz	Leistung einer Triebmaschine PS	Umdrehungen in der Minute	Leistung im Ganzen PS
1	Preußisch-hessische Staatsbahnen												
	a) Berliner Stadtbahn —D—		15000	$16^2/_3$			2		1	2	2000	400	4000
	b) Dessau-Bitterfeld	1	10000	15	35								
	1. Lieferung:												
	1. Schnellzuglokomotive 2—B—1	23					1		1	1	1600	400	1600
	2. „ 1—C—1	24					1		1	1	2300	400	2300
	3. Güterzuglokomotive —D—	22					1		1	1	1700	400	1700
	4. „ 1—D—1	25					1		2	2	1400	400	2800
	5. Personenzuglokomotive 1—C—1						1		1	1	2100	420	2100
	2. Lieferung:												
	Roßlau-Dessau-Leipzig-Halle				196								
	c) Blankenese-Ohlsdorf	2	6300	25									
	1. Lieferung	6			65	6		2		13	175	750	2275
	2. „				3	8		2		16	180	750	2880
	3. „					15		2		30	180	750	5400
	d) Hafenbahn Altona		1500	25	3,5								
2	Badische Staatsbahnen		15000	15	60								
	Wiesentalbahn 1—C—1	20—21					10		2	24	670	400	16080
3	Murnau-Oberammergau	14—15	5000	16	26	4	1	2	2	10	100	750	1000
							1		2	2	175	750	350
4	Salzburg-Freilassing-Kirchberg-Berchtesgad.		10000	$16^2/_3$	37,7								
5	Wien-Baden	5	550	15	65	18		4		80	55	660	4400
						1		2		2	30	800	60
6	St. Pölten-Mariazell	19	6500	25	106		14		2	30	250	750	7500
7	Waitzen-Budapest-Gödöllö	16—17	10000	15	58	11		2		26	150	750	3900
							4		2	10	240	750	2400
8	Seebach-Wettingen		15000	15	21,5		1		6	7	225	750	1575
9	Spiez-Frutigen	11	15000	15	20	3		2		8	225	780	1800
10	Rhätische Bahnen		10000										
	1. Lieferung: Zernez-St. Moritz Samaden-Pontresina				45,6								
	2. Lieferung: Zernez-Schuls				30								
11	Rom-Civita-Castellana		6500/550	25									
	1. Lieferung	4				4		4		20	40	850	800
	2. „					4		2		8	40	850	320
12	Provinzialbahn Parma	3, 12-13	4000/400	25	60	10	2	2	2	28	75	660	2100
13	Rotterdam-Haag-Scheveningen		10000	25	76,5								
	1. Lieferung	8				19		2		50	175	750	8750
	2. „					6		2		16	175	750	2800
14	Schwedische Staatsbahnen												
	1. Tomteboda-Värtan	18	20000	25			1		3	3	110	750	330
	2. Kiruna-Riksgränsen		16000	15	150								
	a) Schnellzuglokomotive 2—B—2	27					2		1	2	1400	400	2800
	b) Güterzuglokomotive C + C	26					13		2	26	1400	400	36400
15	Midland-Railway	7	6000	25	33,5	2		2		5	175	750	875
16	Haute-Vienne	9—10	11000/650	25		35		2 u. 4		96	60	780	5760
17	Mülheimer Bergwerksverein		250	50	7		5		2	10	18	750	180
18	Steink.-Bergwerk Rheinpreußen in Homberg		250	50	12		15		2	30	18	750	540
19	Hohenlohewerke A.-G., Hohenlohehütte		250	50	8,3		6		2	12	22	750	264
	Insgesamt				1119,6	146	82			572			126039

TEIL II

Nachrichten

der

Siemens & Halske A.-G.

Neue Präzisions-Meßgeräte für Messungen in Hochspannungsstromkreisen

Präzisions-Meßgeräte für direkte Hochspannungsmessungen

Fig. 1.
Präzisions-Wattmeter mit 3 Spannungsmeßbereichen und 2 Strommeßbereichen für Ströme bis 25 Ampere.

Bei Messungen mit unmittelbar in den Hochspannungskreis eingeschalteten Meßgeräten können in dem Falle, wenn zwischen ihren stromführenden Teilen und Erde eine bedeutende Potentialdifferenz besteht, erhebliche Meßfehler dadurch entstehen, daß man in die Nähe der Meßgeräte geerdete Leiter bringt. Denn letztere üben auf das bewegliche System des Meßgerätes elektrostatische Kräfte aus, welche diesem ein nicht unerhebliches Drehmoment erteilen können. Hierzu tritt bei mehrere tausend Volt übersteigenden Potentialdifferenzen noch die Erscheinung von Spitzenströmen, die von den Kanten und Ecken der spannungführenden Teile und insbesondere von der Zeigerspitze aus ihren Ausgang nehmen und erhebliche Ablenkungen des beweglichen Systems zur Folge haben können. Diese störenden Erscheinungen können selbst dann nicht ganz vermieden werden, wenn das Meßgerät auf das sorgfältigste isoliert aufgestellt wird, zumal der sich ihm nähernde Beobachter selbst einen störenden Einfluß darauf ausübt.

Um direkte Hochspannungsmessungen exakt durchführen zu können, baut die Siemens & Halske A.-G. besondere Hochspannungsmeßgeräte, und zwar **Präzisions-Amperemeter, Voltmeter und Wattmeter für direkte Hochspannungsmessungen, welche frei von Beeinflussungen durch in ihre Nähe gebrachte Körper sind.** Letzteres wird durch die Anwendung des Prinzips der elektrostatischen Schirmwirkung erreicht, indem im Innern des aus Holz angefertigten Instrumentengehäuses leitende, mit den stromführenden Teilen des Meßgeräts leitend verbundene Flächen zweckentsprechend so angeordnet werden, daß das bewegliche System mit außerhalb des Instrumentengehäuses befindlichen Leitern in eine elektrostatische Wechselwirkung nicht treten kann[1]).

Neue Präzisions-Meßgeräte für indirekte Hochspannungsmessungen für Prüffelder und Montage

Seitdem von der Siemens & Halske A.-G. die den höchsten Anforderungen entsprechenden **Präzisions-Meßtransformatoren mit mehreren Meßbereichen** geliefert werden, ist es in Laboratorien, in Prüffeldern und in der Montagepraxis allgemein üblich geworden, für Strom-, Spannungs- und Leistungsmessungen Strom- und Spannungstransformatoren zu verwenden. Speziell die Stromtransformatoren mit mehreren Meßbereichen bieten der Prüffeld- und Montagepraxis enorme Vorteile. Denn die Kombination von nur zwei Stromtransformatoren, z. B. der Type Mtr 7 und Mtr 7h, mit **einem** Amperemeter und **einem** Wattmeter gestattet, Ströme und Leistungen zu messen, deren Grenzwerte im Verhältnis 1 : 400 stehen, und kann somit als Ersatz für 3—4 Strommesser und ebensoviel Leistungsmesser angesehen werden. Ein weiterer Vorteil der Stromtransformatoren, den man insbesondere in der Laboratoriums- und

Fig. 2. Präzisions-Spannungstransformator Mtr 40 mit mehreren Meßbereichen.

Fig. 3. Präzisions-Spannungstransformator Mtr 7 mit mehreren Meßbereichen.

[1]) Hierdurch werden alle von Prof. J. Zenneck in der Physik. Zeitschrift, Jahrg. 1911, S. 208, genannten Hochspannungsstörungen bei Meßinstrumenten vermieden.

Prüffeldpraxis wohl zu schätzen weiß, besteht darin, daß die erforderlichen Amperemeter und Wattmeter nur solche eines einzigen Meßbereiches (und zwar für maximal 5 Ampere), also nur gleichartige Meßgeräte sind, die zusammen nachgeeicht, leicht miteinander verglichen und gegenseitig beliebig ausgetauscht werden können. Hierzu kommen noch die mannigfachen Vorteile, welche bei Messungen mit **großen Stromstärken** zutage treten. Die Meßgeräte für große Stromstärken können vom Einflusse der in ihrem Innern sich bildenden Wirbelströme, von demjenigen des Skin-Effektes und von den durch Erwärmung bedingten Fehlern nur durch besondere Maßnahmen befreit werden, die dazu führen, daß jene sehr teuer, schwer und nicht gut transportabel geraten. Hiergegen kommen beim Stromtransformator für große Stromstärken ähnliche Bedenken in bezug auf seine elektrischen Eigenschaften in Fortfall. Auch sind sein Gewicht und sein Preis so gut wie die gleichen, ob er für 1000 Ampere oder für 10 Ampere bestimmt ist.

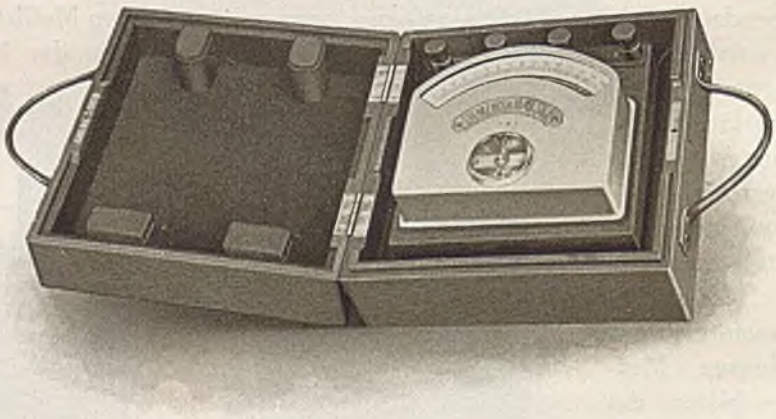


Fig. 4. Präzisions-Amperemeter. Prüffeldtype.

Mit dem rasch anwachsenden Umsatz der Amperemeter und Wattmeter für maximal 5 Ampere machte sich das Bedürfnis nach einer handlicheren und leichter transportablen Type von Präzisions-Amperemetern und Wattmetern mit nur einem Meßbereich immer deutlicher fühlbar. Die Siemens & Halske A.-G. hat daher eine **neue, besonders leicht transportable Type von Präzisions-Amperemetern, Voltmetern und Wattmetern** auf den Markt gebracht, welche die Vorzüge eines dynamometrischen Präzisions-Meßgerätes mit demjenigen eines kleinen Volumens und kleinen Gewichts in sich vereinigt.

Es ist durch eine besondere konstruktive Durchbildung des Meßsystems gelungen, das Meßgerät so kompendiös zu gestalten, daß es der Größe nach

dem allgemein bekannten Gleichstrom-Präzisions-Instrumente gleichkommt. Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, stimmen die neuen Instrumente mit den letztgenannten auch in bezug auf die äußere Ausstattung vollkommen überein.

Wie Fig. 5 erkennen läßt, umgibt bei den neuen Meßgeräten die bewegliche Spule die auf einen kleinen Durchmesser zusammengedrängten festen Spulen. Das zur Lagerung der beweglichen Spule dienende Metallgestell ist so durchgebildet, daß in ihm Wirbelströme so gut wie nicht entstehen können. Die Selbstinduktion der Spannungsspule ist so klein bemessen, daß der Einfluß der Frequenz, der Kurvenform und bei den Wattmetern derjenige der Spannung und der Phasenverschiebung auf die Richtigkeit der Angaben bei den neuen Meßgeräten ebenso geringfügig ist wie bei unseren bisherigen Präzisions-Meßgeräten. Die Instrumente sind auch für Gleichstrom verwendbar, und sie können mit Gleichstrom geeicht und kontrolliert werden.

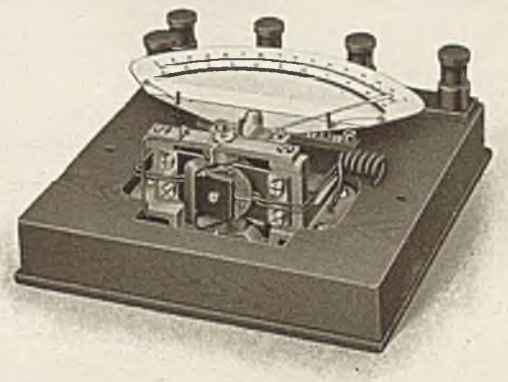


Fig. 5. System des Prüffeldwattmeters.

Die Instrumente sind mit der bekannten Luftdämpfung versehen. Die Zeigereinstellung erfolgt nahezu aperiodisch.

Eine Nullpunktverstellvorrichtung gestattet, Änderungen in der Nullstellung des Zeigers zu korrigieren.

Die **Voltmeter** werden normal für die Spannung = 120 Volt (Fig. 6) mit einem Meßbereich ausgeführt. Sie sind zwecks kurzzeitiger Einschaltung mit einem Druckkontakt versehen. Letzterer ist arretierbar, um auch Beobachtungen bei Dauereinschaltung machen zu können. Die bei maximaler Belastung stattfindende Dauereinschaltung bedingt einen Meßfehler von 0,3 %. Die maximale Stromaufnahme beträgt 0,06 Amp.

Die **Amperemeter** sind für Stromstärken bis maximal 5 Amp. bestimmt. Dem Endausschlage entspricht der Teilstrich 100 (Fig. 7). Die bei Null beginnende Skala ist vom Teilstrich 20 an unterteilt. Der Spannungsabfall zwischen den Klemmen des Meßgerätes beträgt bei der Maximalbelastung mit 5 Amp. 1,3 Volt. **Die Angaben der Amperemeter sind von der Frequenz und Kurvenform praktisch vollkommen unabhängig.** Die maximale Abweichung, die sich bei Messung von Wechselströmen von 50 Perioden gegenüber Gleichstrom ergibt, ist kleiner als 0,2 %, und diejenigen größten Meßfehler, die bei der Frequenz = 500 gefunden wurden, betragen weniger als 0,4 %.

Der durch Dauereinschaltung bei maximaler Stromstärke bedingte Erwärmungsfehler beträgt 0,2 %.

Die **Wattmeter** werden für die maximale Stromstärke = 5 Amp. und für Spannungen bis 150 Volt für einen oder zwei Spannungsbereiche ausgeführt (Skala s. Fig. 8). Der Spannungsabfall in der Stromspule des Leistungsmessers beträgt bei 5 Amp. und 50 Perioden nur 0,26 Volt, bei cos $\varphi = 0{,}92$. Der Stromverbrauch im Spannungskreise des Wattmeters ist entsprechend der

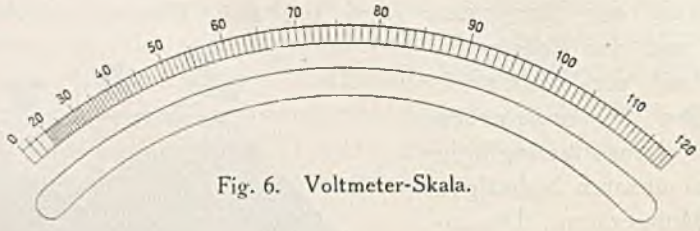


Fig. 6. Voltmeter-Skala.

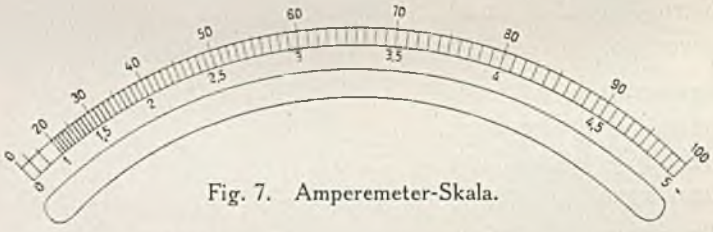


Fig. 7. Amperemeter-Skala.

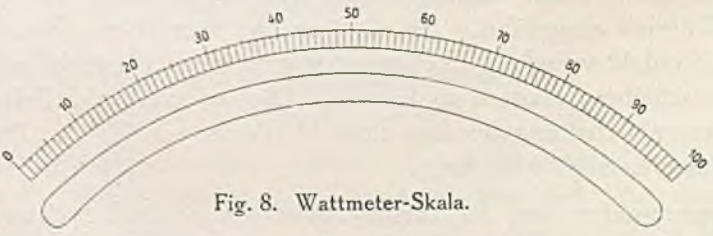


Fig. 8. Wattmeter-Skala.

Spannung von 150 Volt auf 30 Milliampere abgeglichen, so daß das Wattmeter bei höheren Spannungen auch mit den normalen Vorschaltwiderständen statt mit einem Spannungstransformator verwendet werden kann. **Das Wattmeter zeigt bei allen praktisch vorkommenden Frequenzen, Strom- und Spannungskurven und Phasenverschiebungen richtig an.**

Über das Maß der Genauigkeit unserer neuen Wattmeter gibt der nebenstehend abgedruckte Prüfungsschein der Phys.-Techn. Reichsanstalt Aufschluß.

Prüfungsschein

für das Präzisions-Wattmeter Nr. 232227 der Firma Siemens & Halske A.-G.

Der Apparat ist nach dem dynamometrischen Prinzip gebaut und hat das Meßbereich 5 Ampere und 100 Volt. Die Skala hat 100 einander gleiche Intervalle mit der Bezifferung 0, 10, 20, 30 . . . . 100. Die Ebene der Skala lag bei der Prüfung horizontal.

Vor Beginn jeder Messungsreihe wurde 30 Minuten lang Spannung an den Spannungskreis gelegt und, wenn nötig, die Nullage mit Hilfe der von außen zugänglichen Korrektionschraube eingestellt.

1. Prüfung mit Gleichstrom.

Die in der Tabelle angegebenen Werte sind Mittelwerte, die aus je zwei Einstellungen mit entgegengesetzten Stromrichtungen in Spannungs- und Hauptstromkreis gewonnen wurden, so daß die Wirkung äußerer magnetischer Felder herausfällt.

Einstellung auf den Teilstrich	Gemessene Leistung für Meßbereich 100 Volt 5 Amp. am Spannungskreis			Einstellung auf den Teilstrich	Gemessene Leistung für Meßbereich 100 Volt 5 Amp. am Spannungskreis
	100 Volt	50 Volt	80 Volt		100 Volt
10	5×10,0 Watt			100	5×99,9 Watt
20	5×20,0 „			90	5×89,9 „
30	5×30,0 „			Nach ein- 80	5×77,9 „
40	5×40,0 „			stündiger 70	5×69,9 „
bei 50	5×50,0 „	5×49,9 Watt		Einschal- 60	5×59,9 „
kurzer 60	5×59,9 „			tung auf 50	5×49,8 „
Einschaltung 70	5×70,0 „			Teilstrich 40	5×39,9 „
80	5×80,0 „	. . . .	5×80,0 Watt	100 30	5×29,9 „
90	5×90,0 „			20	5×19,9 „
100	5×99,9 „			10	5×10,0 „

Um die Wirkung der Luftdämpfung festzustellen, wurde der Apparat plötzlich auf den Teilstrich 90 eingeschaltet. Bis zur endgültigen Einstellung machte der Zeiger 5 halbe Schwingungen in etwa 3 Sekunden.

Der Widerstand des Spannungskreises wurde bestimmt, während er mit 100 Volt belastet war. Er ergab sich zu
3856 Ohm bei unbelasteter Hauptstromspule,
3872 Ohm nach einstündiger Belastung der Hauptstromspule mit 5 Amp.

2. Prüfung mit Wechselstrom der Frequenz 50 bei einer Spannung von 100 Volt. Bei den Versuchen mit Phasenverschiebung eilte der Strom in seiner Phase der Spannung nach.

Teilstrich	cos φ	Leistung
100	1	5×99,8 Watt
80	0,8	5×79,9 „
50	0,5	5×50,0 „
10	0,1	5×10.1 „
0	0	5× 0,2 „

Der Spannungsabfall in der Stromspule bei 5 Ampere und der Frequenz 50 beträgt $0{,}26_0$ Volt

Die Temperatur des Beobachtungsraumes betrug 17° C.

Nach vollzogener Prüfung wurde der Apparat mit dem Siegel der Reichsanstalt verschlossen.

Charlottenburg, den 14. September 1909.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Abteilung II. gez.: Hagen.

Zusatz zum Prüfungsschein.

für das Wattmeter Nr. 232227 der Firma Siemens & Halske vom 14. September 1909.

3. Prüfung mit Wechselstrom der Frequenz 100 bei einer Spannung von 100 Volt und einer Stromstärke von 5 Ampere Bei den Versuchen mit Phasenverschiebung eilte der Strom in seiner Phase der Spannung nach.

Teilstrich	cos φ	Leistung
100	1	5×99,9 Watt
50	0,5	5×50,15 „

Die Temperatur des Beobachtungsraumes betrug 18° C.

Das Wattmeter ist mit dem Siegel der Reichsanstalt verschlossen.

Charlottenburg, den 27. Oktober 1909.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Abteilung II. I. V. gez. Leman.

Neue Anordnung

zur Messung der Eisenverluste und der Permeabilität von Blechen nach den Verbandsnormalien

Die früher vom V. D. E. zur Untersuchung von Blechproben allein vorgeschriebene Verlustrechnung wurde im Jahre 1908 dadurch erweitert, daß auch die Permeabilitätsmessung an 4 Punkten der Magnetisierungskurve verlangt wurde. Es trat daher bald das Bedürfnis nach Apparaten auf, die in einfacher Weise möglichst auch durch wenig geschulte Kräfte die Ausführung solcher Messungen gestatten. Zur Lösung der Aufgabe wurde von Professor Dr. Epstein (E. T. Z. 1911, S. 334 und S. 363) eine Abänderung des von ihm angegebenen Apparates empfohlen, welche es ermöglichen sollte, an derselben Probe die Induktionsmessung mittels eines ballistischen Spiegelgalvanometers auszuführen. Gegen diese Vorschläge wurden von Prof. Gummlich in der E. T. Z. 1911, S. 613 einige Einwände erhoben und zur Ausführung der Permeabilitätsmessung — vorläufig noch unter Vorbehalt — die Isthmus-Methode empfohlen, die ebenfalls die Benutzung von ballistischen Spiegelgalvanometern erfordert.

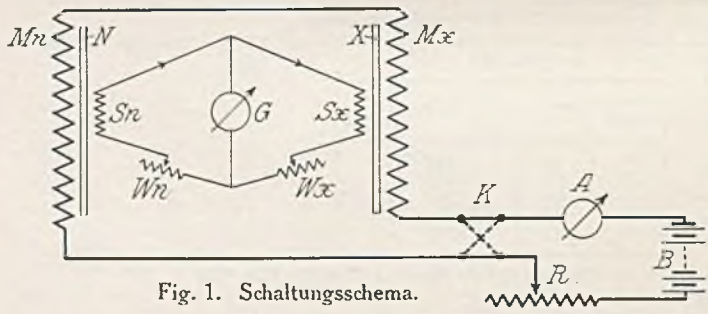


Fig. 1. Schaltungsschema.

Die Siemens & Halske A.-G. hat neuerdings die nachstehend beschriebene Meßanordnung ausgearbeitet.

Von zwei Magnetisierungsspulen *M* von gleicher Dimensionierung enthält die eine die Normalprobe *N*, die andere die zu prüfende Probe *X*. Die für beide Proben gleiche magnetisierende Kraft in AW/cm ergibt sich zahlenmäßig durch Ablesung des Amperemeters *A*. Die zugehörige Induktion ist für die Normalprobe bekannt und ergibt sich für die zu prüfende Probe dadurch, daß man zunächst den regulierbaren Widerstand *Wn* auf den ziffer-

mäßigen Wert dieser bekannten Induktion einstellt und dann den Widerstand *Wx* so lange reguliert, bis bei Kommutierung des Primärstromes kein Ausschlag des Galvanometers erfolgt. In diesem Falle ist **die Größe dieses Widerstandes ziffermäßig der unbekannten Induktion gleich.**

Diese **neue Anordnung** hat folgende **Vorzüge:**

1. Die Verlustmessung erfolgt, wie bisher, mit dem Epsteinapparat.

2. Die Induktionsmessung wird an denselben Probestücken und eventuell im gleichen Apparat vorgenommen.

3. Die Aufnahme der Magnetisierungskurve kann an dem ganzen Blechpaket von 10 kg erfolgen.

4. Zur Messung ist kein Spiegelinstrument, sondern nur ein Zeigergalvanometer erforderlich.

5. Die Methode ist eine Nullmethode und erfordert daher keine Eichung des Instruments.

6. Die Konstanten sind so gewählt, daß jede Rechnung vermieden wird.

7. Alle Korrektionen (Streuung, Luftspalt usw.) fallen weg.

8. Stromschwankungen beeinflussen die Meßgenauigkeit nicht, so daß die Messung mit der Netzspannung von 110 Volt vorgenommen werden kann.

9. Der Stromverbrauch ist gering (Max. 6 bezw. 30 Ampere).

10. Die Meßgenauigkeit liegt innerhalb 1%.

Ausführungsformen

1. Meßeinrichtung mit zwei vollständigen Epstein-Apparaten

Diese Meßeinrichtung hat außer den oben charakterisierten, durch die Methode bedingten Vorzügen noch den, daß **die Verlust- und die Permeabilitätsmessung an denselben Blechpaketen in dem gleichen Apparat** ausgeführt werden. Das Gesamteisengewicht von 10 kg sichert die Erhaltung eines guten Mittelwertes des Bleches.

Bei der **Permeabilitätsmessung** bleibt der eine Apparat dauernd mit einer bekannten Blechprobe beschickt und dient als Normale, während der zweite das zu prüfende Material aufnimmt und auch für die Verlustmessung verwendet wird. Zur Verkleinerung der Primärstromstärke ist jede Spule des Apparates

mit 500 Windungen versehen, so daß die Stromstärke für 300 AW/cm nur 30 Amp. beträgt bei Anschluß an 110 Volt Batterie- oder Netzspannung.

Bei der **Verlustmessung** werden die vier Spulen durch einen bequemen, zuverlässigen Schalter parallel geschaltet, so daß diese Messung unter normalen Umständen ausgeführt wird.

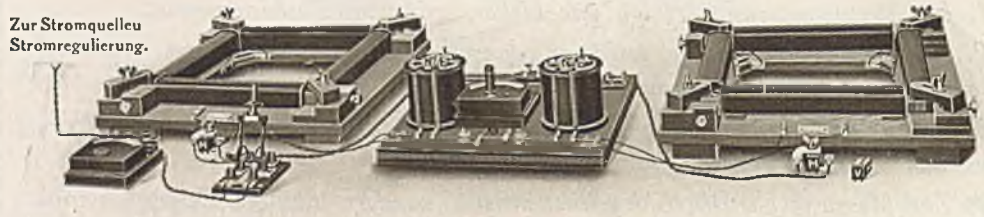


Fig. 2. Meßeinrichtung nach der ballistischen Differentialmethode mit zwei Epsteinapparaten.

Der **Normalapparat** mit dauernd eingebauter Probe, von der die absolute Größe der Verlustziffer bekannt ist, **kann auch zur Kontrolle der Verlustmessung dienen.**

Einige geringfügige Abänderungen des Apparates erleichtern die Einführung der Blechpakete.

2. Meßeinrichtung mit zwei besonderen Magnetisierungsspulen

Bei dieser Anordnung werden zwei besondere Magnetisierungsspulen verwendet, die nur **einen Teil** des Epsteinbündels aufnehmen. Dadurch gewinnt

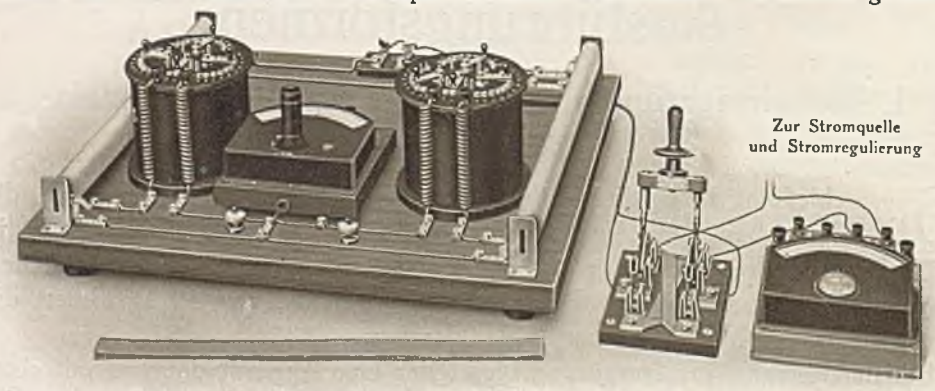


Fig. 3. Meßeinrichtung nach der ballistischen Differentialmethode mit zwei besonderen Magnetisierungsspulen.

man die Möglichkeit, infolge der Leichtigkeit und Schnelligkeit der Messung in kurzer Zeit die Homogenität des Bleches zu untersuchen. Weitere Vorzüge liegen in der bequemen Einführung des Blechstreifens, in der Möglichkeit, Verlustmessung und Permeabilitätsmessung unabhängig voneinander zu gleicher Zeit ausführen zu können, sowie darin, daß die beim Schneiden unvermeidliche Deformation der Blechränder infolge der großen Streifenbreite auf das Resultat keinen merklichen Einfluß hat.

Ferner werden für magnetische Messungen noch folgende Apparate geliefert:

1. Apparat nach Epstein zur Verlustzifferbestimmung nach den Normalien des V. D. E.

2. Apparat nach Siemens & Halske zur Verlustzifferbestimmung an ganzen Blechtafeln.

3. Komplette Meßeinrichtungen nach der ballistischen Methode für **ring-, ellipsoid- und stabförmige Proben,** letztere mit oder ohne Schlußjoch für genaue Laboratoriumsmessungen.

4. Magnetisierungsschaltung (Köpselapparat) zur Aufnahme der Hysteresisschleife von allen Eisen- und Stahlsorten.

5. Magnetische Präzisionswage nach Du Bois.

6. Magnetometer zur Untersuchung von Hufeisenmagneten.

Automatische Telephonzentralen in Groß-München

II. Amt Haidhausen

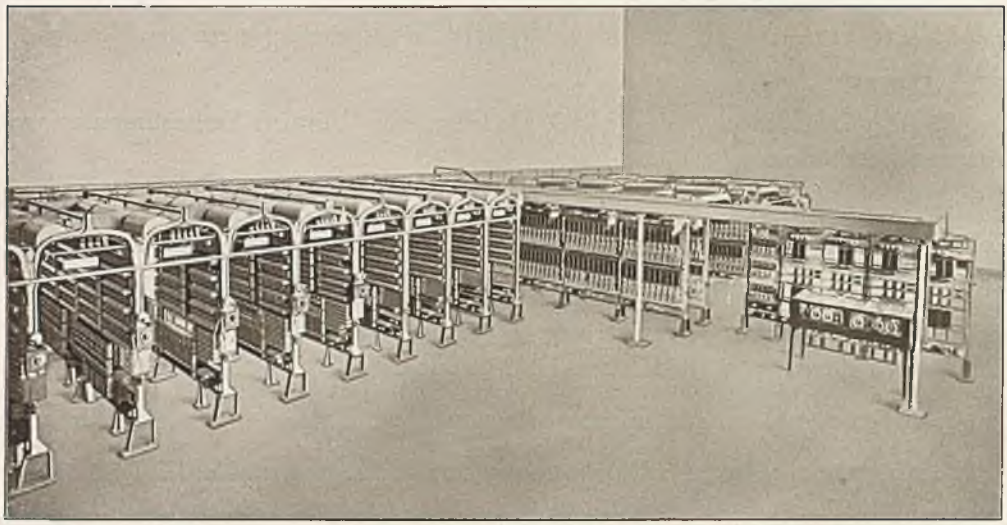


Fig. 1. Wählersaal.

Am 1. Dezember 1910 wurde in München das zweite vollautomatische Fernsprechamt Haidhausen, beim Ost-Bahnhof gelegen, in Betrieb genommen. Es ist zunächst für 1850 Einzelanschlüsse und Zwischenstellen, ferner für 150 Leitungen für Zentralumschalter mit je 2 bis 10 Leitungen ausgebaut.

Das Amt Haidhausen ist ein weiteres Glied in der Einführung des vollautomatischen Betriebes in München und der damit verbundenen Dezentralisation.

Die Fig. 2 zeigt die manuellen Ortsämter I und II, die automatischen Ämter Schwabing (siehe Nachr. Nr. 8 von 1910) und Haidhausen. Die Umwandlung der Ortsämter I und II in automatischen Betrieb, ferner der Bau drei weiterer automatischer Amter in Giesing, Thalkirchen und Nymphenburg sind projektiert.

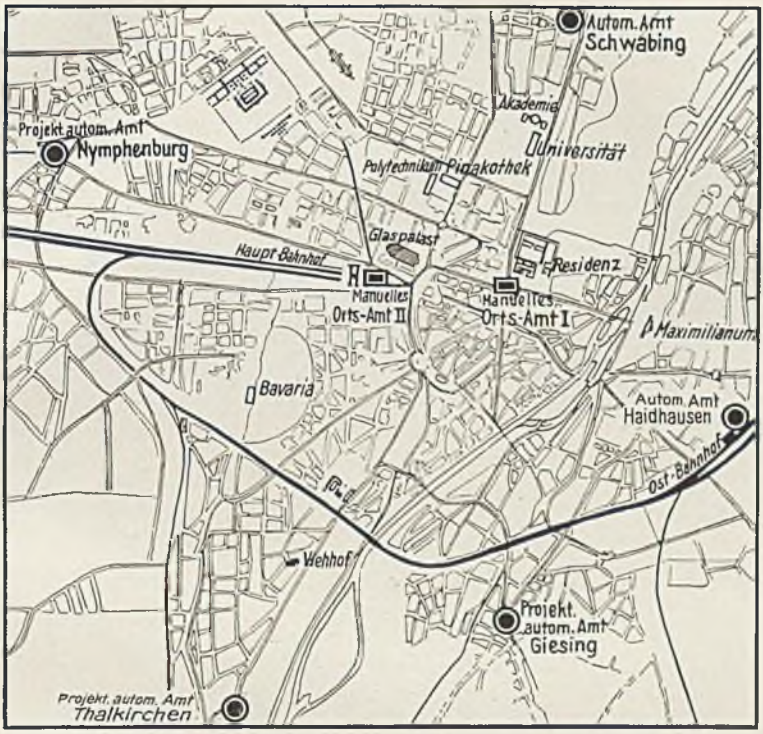


Fig. 2. Dezentralisation des Münchener Fernsprechbetriebes.

Fig. 3.
Zwischenstellenumschalter.

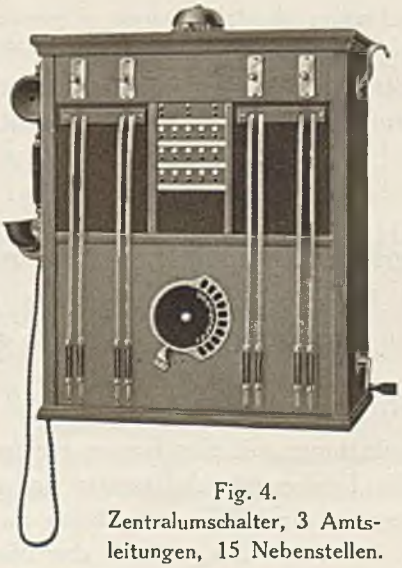


Fig. 4.
Zentralumschalter, 3 Amtsleitungen, 15 Nebenstellen.

In Fig. 3 ist ein Zwischenstellenumschalter abgebildet. Da die Nebenstellen mit Nummernschaltern ausgerüstet sind, lassen sich die Nebenstelleninhaber von der Hauptstelle nur die Amtsleitung geben und wählen darauf selbst die gewünschte Nummer. Ankommende Rufe werden in der gewöhnlichen Weise von der Hauptstelle verbunden.

Die Fig. 4 zeigt einen Zentralumschalter für 3 Amtsleitungen und 15 Nebenstellen. Dieselben sind ebenfalls mit Nummernschaltern ausgerüstet. Wenn ein Teil-

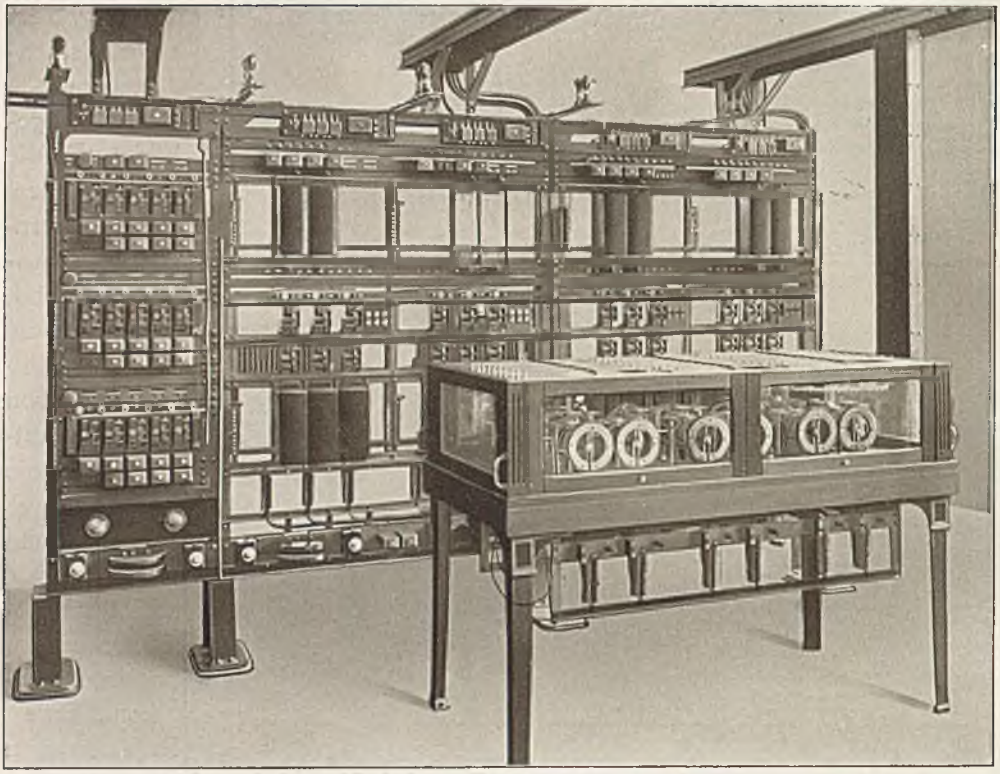


Fig. 5. Zahlengeber.

nehmer mit mehreren Amtsleitungen angerufen werden soll, so wird die Verbindung ohne Zutun des anrufenden Teilnehmers auf eine freie Amtsleitung geschaltet, so daß ein Teilnehmer mit beliebig vielen Amtsleitungen nur mit einer Nummer im Adreßbuch erscheint.

Solange noch Handämter mit automatischen Ämtern in einer Stadt zusammenarbeiten, sind folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Verkehr zwischen zwei automatischen Ämtern.

Hierbei sind keine besonderen Apparate einzubauen. Als einzige Vorkehrung hat man Verbindungskabel zwischen den Amtern zu verlegen.

2. Verkehr zwischen Handamt und automatischem Amt.

Wenn ein Teilnehmer mit Handapparat einen automatischen Anschluß verlangt, so gibt die bedienende A-Beamtin des manuellen Amtes den Ruf über eine Dienstleitung an eine B-Beamtin beim automatischen Amt. Diese leitet die Herstellung der Verbindung durch das Niederdrücken von Tasten (siehe

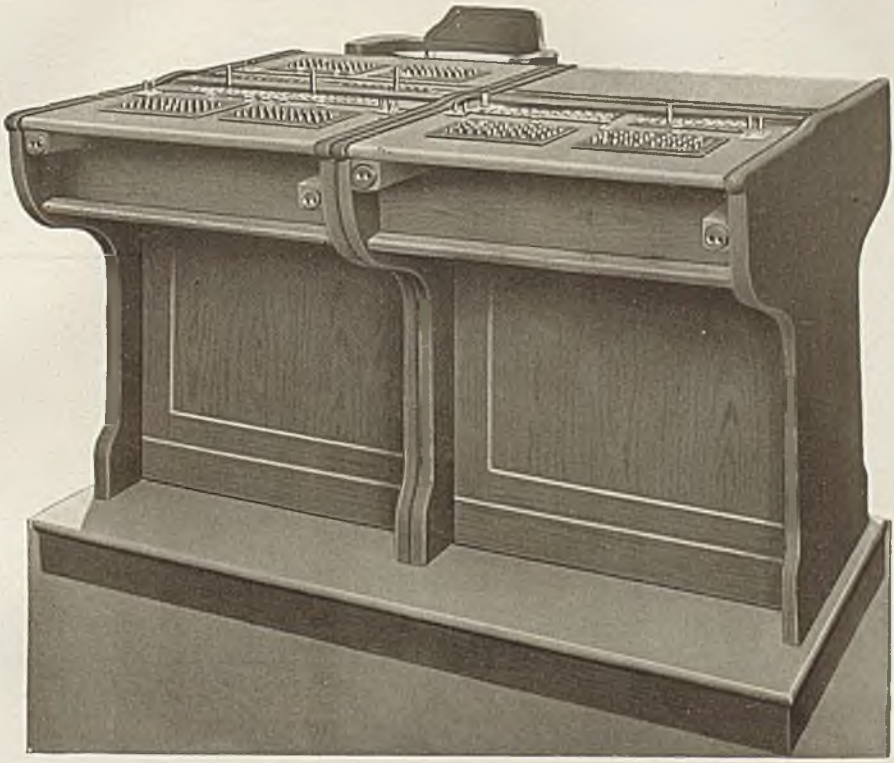


Fig. 6. Verbindungstisch für vier B-Plätze.

Fig. 6) ein. Wenn diese gedrückt sind, beginnt der Zahlengeber die gewünschten Impulse an das automatische Amt zu schicken. Nach Ablauf des Zahlengebers wird die B-Beamtin von der Verbindung abgeschaltet. Während des Ablaufs des Zahlengebers kann die Beamtin mit Hilfe der zweiten Tastatur eine weitere Verbindung machen.

3. Verkehr zwischen automatischem Amt und Handamt.

Wenn eine automatische Stelle einen Anschluß im Handamt I wünscht, so wählt sie die Nummer 9 (für Ortsamt II die Nummer 0). Darauf ist sie mit einer Beamtin verbunden, die die Verbindung herstellt wie bei einem Anruf von einer manuellen Station. In München wurden einige Plätze der schon vorhandenen Schränke für diesen Verbindungsverkehr umgebaut. Diese Plätze sind durch die Umlegung von Anschlüssen von den manuellen Ämtern auf die automatischen Ämter für diese neue Verwendung freigemacht worden.

Die halbautomatische Fernsprechzentrale in Amsterdam

Fig. 1. Amtsgebäude.

In Amsterdam wurde vor kurzem ein neues Fernsprechamt als erste Erweiterung der bisherigen, rund 10000 Anschlüsse fassenden Anlage in Betrieb genommen. Dieses Ereignis ist insofern von allgemeiner Bedeutung, als das neue Amt die erste halbautomatische Zentrale in Europa ist. Das halbautomatische System ist nämlich in ähnlicher Form bisher nur in Amerika, und zwar lediglich bei einigen kleineren Anlagen, zur praktischen Anwendung gelangt. Die neue, von Siemens & Halske eingerichtete Amsterdamer Zentrale besitzt dagegen ein Fassungsvermögen von 10000 Anschlüssen und ist bereits mit 1500 Anschlüssen belegt.

Das halbautomatische System ist eng verwandt mit dem vollautomatischen, da bei beiden die Amtseinrichtung im wesentlichen die gleiche ist. Der charakteristische Unterschied besteht nur darin, daß das halbautomatische

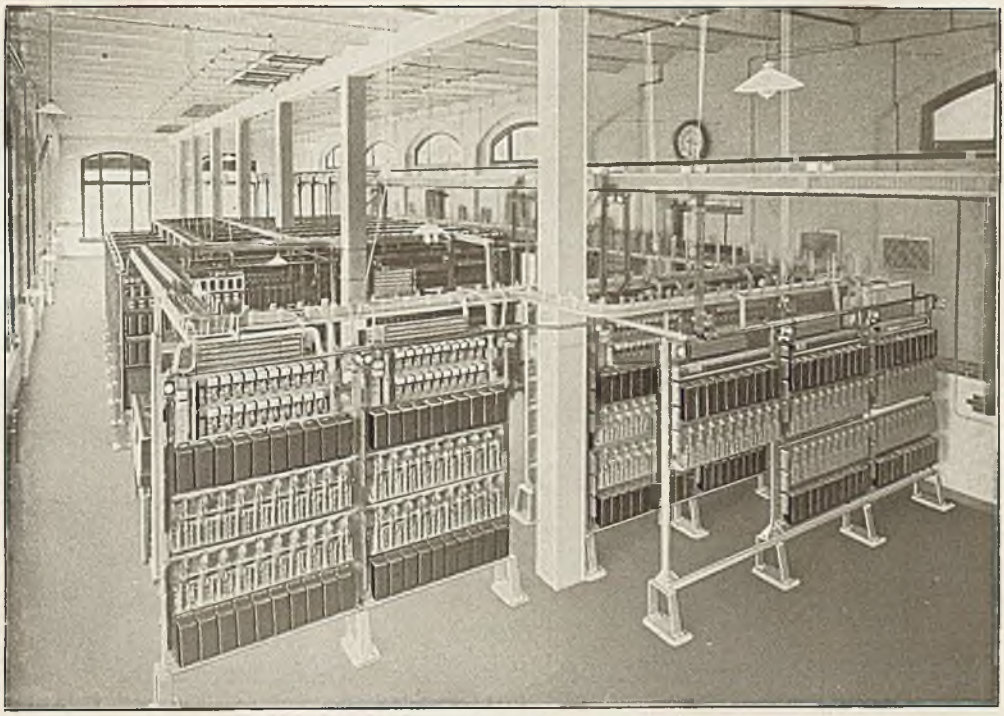


Fig. 2. Wählersaal.

System die Anrufsweise der modernen manuellen Systeme mit Zentralbatterie beibehält und die Mitwirkung einer Vermittlungsbeamtin erforderlich macht. Deren Tätigkeit ist jedoch lediglich auf die Entgegennahme der gewünschten Anschlußnummer und die Auslösung der Automaten beschränkt, welche dann, in genau derselben Weise wie beim vollautomatischen System, die Verbindung herstellen und trennen.

Das halbautomatische System ist also dadurch gekennzeichnet, daß der Nummernschalter, d. i. die Vorrichtung, welche die Automaten bewegt, auf das Amt verlegt ist. Mit Rücksicht darauf, daß hierdurch nur wenige solcher Vorrichtungen erforderlich sind, diese aber andererseits stark in Anspruch genommen werden, hat man diese Kontaktgeber konstruktiv besonders vollkommen ausgestaltet und zu ihrer Betätigung den Beamtinnen einfache Tastenbretter zur Verfügung gestellt. Mit dem Drücken dieser Tasten ist die ganze mechanische Arbeit der Beamtin getan.

Der Vermittelungsvorgang gestaltet sich bei diesem System kurz folgendermaßen: Sobald der Teilnehmer den Hörer abhebt, läuft auf dem Amt ein Wähler an und verbindet ihn mit einer unbeschäftigten Beamtin. Bei dieser leuchtet eine Lampe auf. Die Beamtin meldet sich ohne jeden Handgriff,

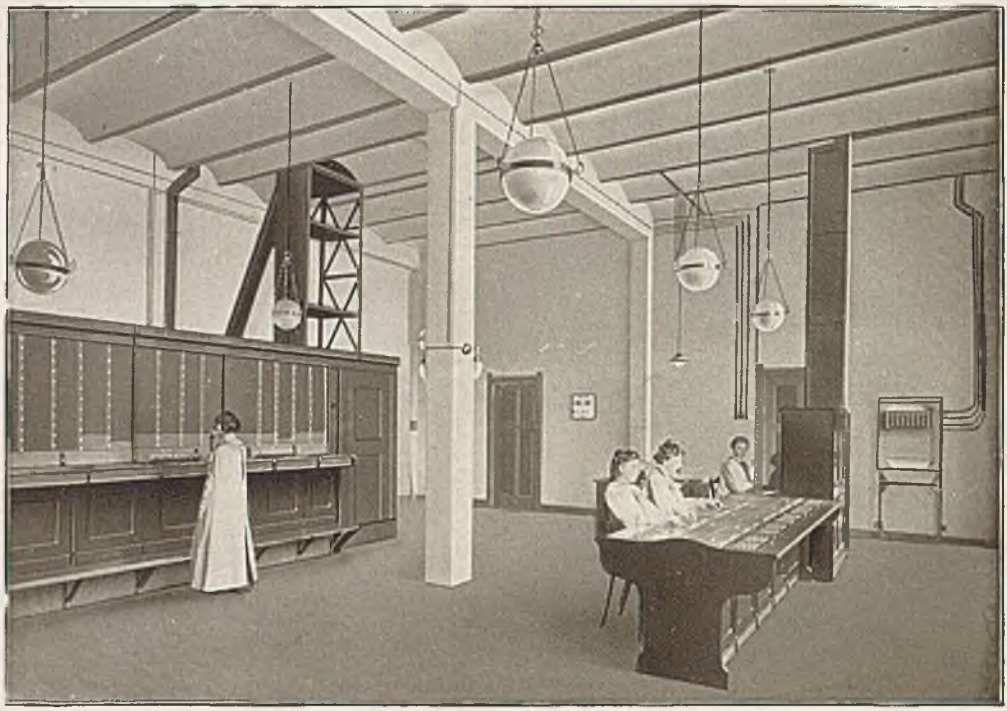


Fig. 3. Vorschalteschrank und Verbindungstisch.

nimmt die gewünschte Anschlußnummer entgegen und drückt der Reihe nach die den einzelnen Ziffern der Nummer entsprechenden Tasten. Beim Drücken der Einertaste tritt der Kontaktgeber in Tätigkeit und löst die Automaten aus. Hierauf wird die Beamtin ohne ihr Zutun von der rufenden Leitung abgeschaltet und kann sofort einen neuen Anruf entgegennehmen. Eine ihr zur Verfügung stehende zweite Tastatur gibt ihr die Möglichkeit, während die Automaten für den ersten Anruf noch in Tätigkeit sind, eine neue Verbindung auszuführen.

Da die Beamtin nach dem Niederdrücken der Tasten mit dem weiteren Verlauf der Verbindung und mit deren Trennung nichts mehr zu tun hat, vermag sie natürlich eine weit größere Anzahl von Verbindungen herzustellen; hieraus folgt eine ganz erhebliche **Ersparnis an Personal.**

Im Vergleich mit dem vollautomatischen System ergibt sich für das halbautomatische der Unterschied, daß die Teilnehmerstationen nicht mit dem Nummernschalter ausgerüstet zu werden brauchen. In größeren Netzen mit noch nicht gänzlich veralteten manuellen Systemen wird dadurch die Einführung des halbautomatischen Betriebes bedeutend erleichtert.

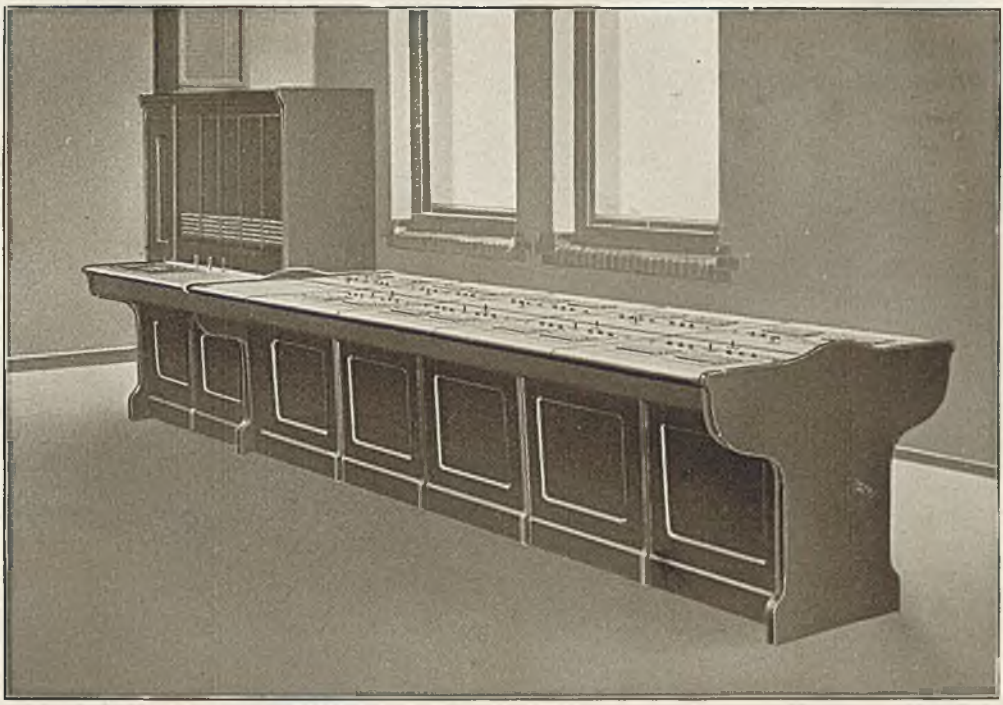


Fig. 4. Verbindungstisch.

Viele erblicken auch darin einen Vorzug, daß der Teilnehmer in gewohnter Weise das Amt anrufen kann. Die geringe Mühe des Drehens der Anrufscheibe bleibt ihm allerdings erspart, er entbehrt dafür aber den großen Vorzug der Unabhängigkeit vom Amt und muß auch etwaige durch Hörfehler verursachte Falschverbindungen in den Kauf nehmen.

Im übrigen besitzt das System alle Vorzüge des vollautomatischen Betriebes, als solche sind vor allem zu nennen:

Schnelligkeit der Verbindung,
sofortige Trennung nach Gesprächsschluß,
keine vorzeitige Trennung,
keine Zwischenfragen,
Wahrung des Gesprächsgeheimnisses,
Möglichkeit weitestgehender Dezentralisation usw.

Welchem der beiden Systeme der Vorzug zu geben ist, diese Frage kann nur unter eingehender Berücksichtigung der in jedem einzelnen Falle vorliegenden besonderen Verhältnisse entschieden werden. Jedenfalls aber dürfte das halbautomatische System, da es die Anrufsweise der neueren manuellen

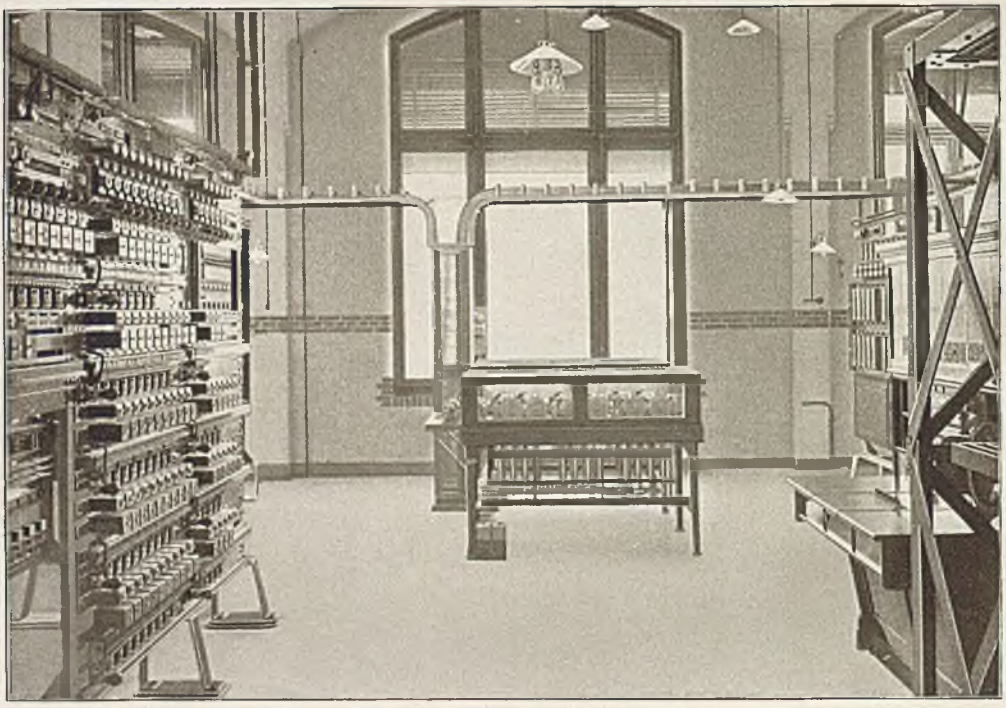


Fig. 5. Relaisunterbrecher, Kontaktgeber und Prüfschrank.

Systeme mit Zentralbatterie behält und nur durch Anderung der gewöhnlichen Teilnehmerstation in automatische den allmählichen Übergang zum vollautomatischen System gestattet, dazu berufen sein, die Umänderung in ein vollautomatisches System dort wesentlich zu erleichtern, wo man aus irgendwelchem Grunde Bedenken hat, sofort zum vollautomatischen System überzugehen.

Von unseren Bildern zeigt Fig. 1 die Ansicht des Dienstgebäudes, Fig. 2 den Blick in den Wählersaal. Auf Fig. 3 sieht man rechts den Verbindungstisch, links den zur Verteilung der Ferngespräche dienenden Vorschalteschrank. Der in Fig. 4 in etwas größerem Maßstabe gezeigte Verbindungstisch hat 10 Arbeitsplätze, auf jedem Platz sind 2 Tastaturen sowie einige Signallampen vorgesehen. In den verkehrsschwachen Stunden können alle Anrufe an einem oder zwei Plätzen erledigt werden. Links neben dem Verbindungstisch steht ein schrankförmiger Umschalter, der sogenannte Kontrollschrank, der folgende Bestimmung hat: Es kann vorkommen, daß bei einem ankommenden Ruf zufällig alle Beamtinnen beschäftigt sind, so daß der Wähler, welcher die Aufgabe hat, eine freie Beamtin auszusuchen, nicht zur Ruhe kommen würde. In diesem Falle wird die rufende Leitung auf den Kontrollschrank geschaltet,

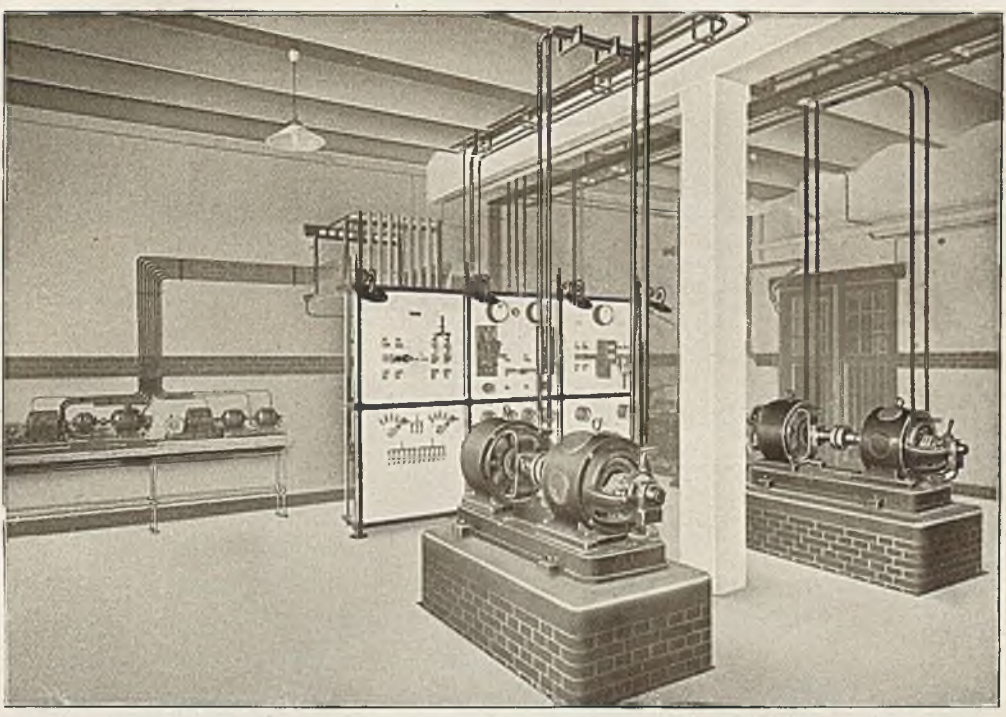


Fig. 6. Maschinenraum.

wo eine Lampe aufleuchtet. Es wird dann an diesem Schrank mittels Abfragestöpsels abgefragt und die Verbindung ebenso wie an den Arbeitsplätzen mittels Tastendrucks hergestellt.

Auf Fig. 5 sieht man in der Mitte die zur Auslösung der Automaten dienenden und durch die Tasten betätigten Kontaktgeber, links davon steht ein Gestell mit Relaisunterbrechern, rechts ein Prüfschrank, der alle zur Untersuchung von Störungen erforderlichen Apparate vereinigt.

Fig. 6 zeigt die Maschinen zur Aufladung der Batterie nebst zugehöriger Schalttafel, sowie die Rufstrom- und Summermaschinen.

Automatische Telephonzentralen für Privatbetrieb

I. Die automatische Zentrale der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.

Fig. 1. Umschalterraum.

Einer der zahlreichen Vorzüge des vollautomatischen Systems, der dessen schnelle Verbreitung wesentlich begünstigt, besteht darin, daß es sich gleich vorteilhaft für Anlagen jeden Umfanges verwenden läßt. Mag es sich nun darum handeln, nur eine kleinere Anzahl von Teilnehmern untereinander oder mit einem entfernten größeren Amt zu verbinden, oder sei es, daß das Amt Hunderttausende von Anschlüssen aufnehmen soll, stets wird man mit bestem Erfolge die automatische Betriebsform wählen.

Fig. 2. Prüfschrank.

Die günstigen Betriebsergebnisse der zahlreichen bestehenden automatischen Anlagen sowie besonders die guten Erfahrungen, die man auch bei uns in Deutschland mit den Anlagen in Hildesheim, München, Altenburg, Dallmin sammelte, erregten bald die Aufmerksamkeit größerer industrieller und kaufmännischer Betriebe, die für den internen Verkehr der einzelnen Geschäfts-Abteilungen, Bureaus, Werkstätten u. dgl. ein oft recht ausgedehntes privates Telephonnetz besitzen. Der Sprechverkehr in derartigen Anlagen pflegt ein äußerst lebhafter zu sein, so daß in der für den Vermittlungsdienst eingerichteten Zentrale meist eine ganze Anzahl von Personen zur prompten Erledigung der Verbindungen erforderlich sind.

Zu den ersten deutschen Firmen, die sich entschlossen, zum automatischen Telephonbetrieb überzugehen, gehören die Farbenfabriken vorm. Friedrich Bayer & Co. in Elberfeld, die für ihre Werke in Leverkusen bei Mülheim a. Rh. eine derartige Anlage einrichten ließen.

Diese neue automatische Fernsprechzentrale wurde vor kurzem in Betrieb genommen. Sie besitzt eine Kapazität für 1000 Anschlüsse und ist zurzeit bereits für 400 ausgebaut. Fig. 1 zeigt die Ansicht des Umschalterraumes. Links stehen die Gestelle für die Vor-, Gruppen- und Leitungswähler und sonstigen Zubehörteile. Jedes der beiden Gestelle faßt die Apparate für

200 Leitungen. Die spätere Erweiterung der Anlage läßt sich ohne störenden Eingriff in die bestehende Einrichtung mit Leichtigkeit durch Aufstellung weiterer Wählergestelle ausführen, derart, daß bei völligem Ausbau (1000 Anschlüsse) 5 solcher Gestelle vorhanden sein werden.

Senkrecht zu den Wählergestellen ist das Verteilergestell angeordnet, an dem sämtliche Anschlußleitungen, die vom Keller her in den Raum eingeführt sind, endigen.

Rechts neben dem Verteilergestell, zwischen den beiden Eckfenstern, ist der in Fig. 2 noch besonders abgebildete Prüfschrank aufgestellt, an welchem der die Anlage überwachende Mechaniker alle erforderlich werdenden Untersuchungen mit wenigen Handgriffen ausführen kann. Über dem Prüfschrank ist ein Signalrahmen angeordnet; die an diesem montierten verschiedenfarbigen Signallampen, Relais und Wecker zeigen das exakte Arbeiten der Anlage an und geben Störungen sofort bekannt.

In Fig. 3 ist die in der linken Ecke des Umschalterraumes zwischen Wählergestell und Fensterwand aufgestellte Ladeschalttafel für die Zentralbatterie abgebildet.

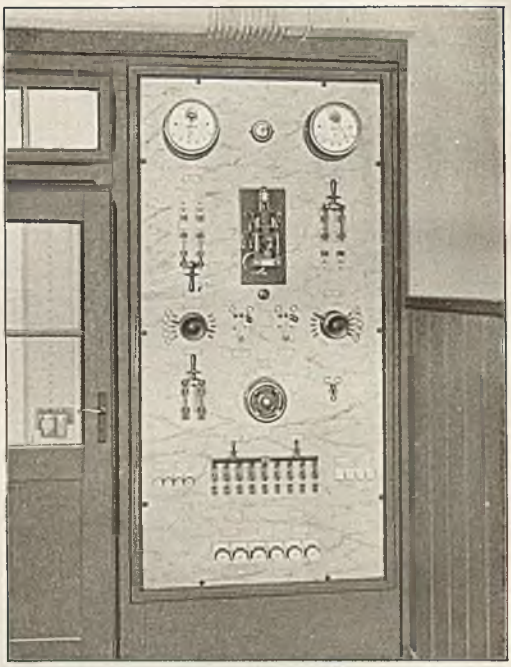


Fig. 3. Ladeschalttafel.

Für die Herstellung der auswärtigen Verbindungen sind in einem angrenzenden, besonderen Raum zwei von Hand zu bedienende Umschalter (Fig. 4) aufgestellt. An dem rechten dieser beiden Schränke werden die Verbindungen mit dem Postamt, an dem linken die direkten Verbindungen mit den Elberfelder Werken der Firma hergestellt.

Fig. 5 zeigt die neuen Tischstationen.

In Räumen, in denen die Fernsprechapparate den schädlichen Einwirkungen von Säuredämpfen oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind, finden die in Fig. 6 abgebildeten wasserdichten Stationen Verwendung.

Von den vielen, allgemein anerkannten **Vorzügen des automatischen Systems** machen sich **für Privatanlagen** die nachstehend aufgeführten ganz besonders geltend.

1. **Schnelligkeit der Verbindungen.**

Bei der intensiven Inanspruchnahme der Privatanlagen großer Betriebe häufen sich die Anrufe oft derartig, daß das Vermittlungspersonal nicht in der Lage ist, allen Wünschen sofort zu entsprechen. Andererseits wird bei weniger umfangreichen Anlagen mit geringerem Sprechverkehr das Vermittlungspersonal gewöhnlich auch zu anderen Arbeiten herangezogen. In beiden Fällen wird die Exaktheit des Betriebes viel zu wünschen übrig lassen. Beim automatischen Betrieb findet der rufende Teilnehmer stets einen freien Wähler, die

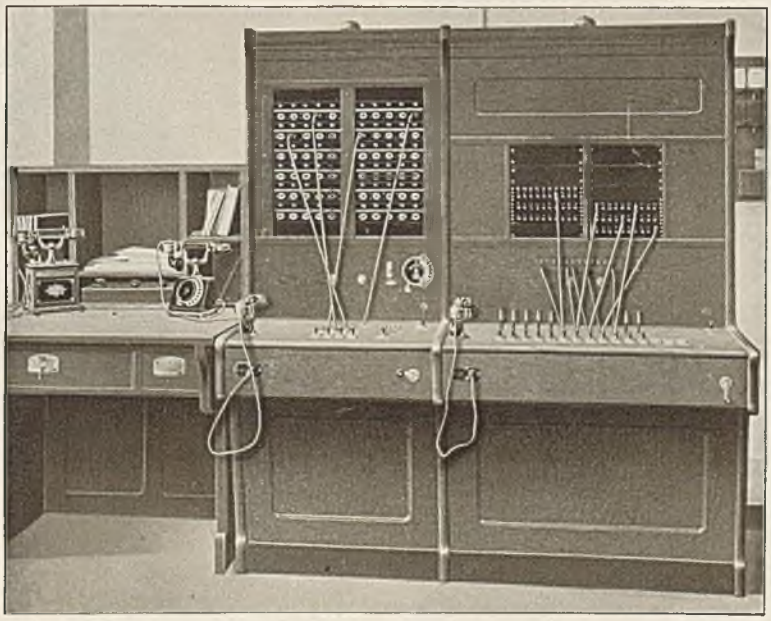


Fig. 4. Umschalter für auswärtige Verbindungen.

Herstellung einer Verbindung mit dreistelliger Anschlußziffer erfordert höchstens 5 Sekunden, und man ist sofort davon unterrichtet, ob die gewünschte Leitung frei und ob der angerufene Teilnehmer zugegen ist.

2. **Sofortige Trennung der Verbindung nach Gesprächsschluß.**

Dieser Vorzug kommt besonders dann zur Geltung, wenn man mehrere Verbindungen schnell hintereinander zu erledigen hat. Sehr häufig tritt z. B. der Fall ein, daß der angerufene Chef einer Abteilung nicht zugegen ist; sofort hat man dann dessen ersten oder zweiten Vertreter. Oder man muß jemanden schnell erreichen, von dem man nicht weiß, wo er sich augenblicklich aufhält: dann ruft man schnell hintereinander diejenigen Betriebsstellen an,

in denen man den Gesuchten vermutet und hat ihn dann meistens schon gefunden, ehe man in manuell bedienten Netzen von der ersten bestehenden Verbindung losgekommen sein würde.

3. **Unabhängigkeit vom Vermittlungspersonal,** infolgedessen keine Falschverbindung durch Mißverständnis oder fehlerhafte Verbindung, keine vorzeitige Trennung, keine störenden Unterbrechungen durch Kontrollen usw.

Fig. 5. Tischstation.

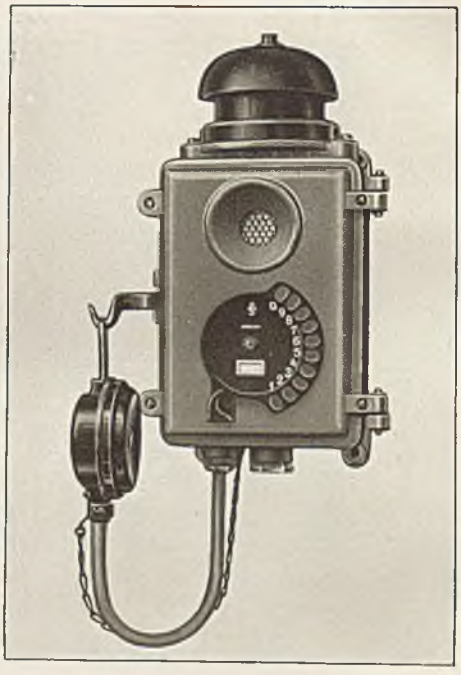


Fig. 6. Wasserdichte Fernsprechstation.

4. **Ständige Betriebsbereitschaft,** auch nach Dienstschluß, bei Überstunden und Nachtarbeit, Sonn- und Feiertags. Keine Frühstücks- und Mittagspausen.

5. **Ersparnis an Betriebskosten** infolge Fortfalls des bei größeren manuellen Anlagen oft zahlreichen Bedienungspersonals. Bei großen Anlagen mit lebhaftem Außenverkehr genügt meist eine Beamtin für die Herstellung der Postverbindung.

6. **Geringe Abnutzung** und daher **lange Lebensdauer** der Umschalteeinrichtung. Die Apparate besitzen infolge ihrer sehr soliden Konstruktion einen äußerst geringen Verschleiß. Hieraus ergeben sich:

7. **Geringe Unterhaltungskosten.** Die Kosten für Reparaturen und Instandhaltung sind, wie die Erfahrung zeigt, viel geringer, als man anfänglich vermutete. Zur Überwachung genügt meist ein Mechaniker, der bei kleineren Anlagen auch zu anderen Arbeiten herangezogen werden kann. Auch bei manuell bedienten Privatanlagen kann auf einen Mechaniker nicht verzichtet werden.

8. **Zuverlässigkeit des Systems.** Die sorgfältig durchgebildete Überwachungsmethode läßt Störungen sofort erkennen. Diese völlig selbständig arbeitende Störungsanzeige ist eine besondere und äußerst wichtige Eigentümlichkeit automatischer Anlagen.

9. **Schmiegsamkeit des Systems.** Das automatische System läßt sich mit Leichtigkeit allen Verhältnissen anpassen. Insbesondere bietet es die **Möglichkeit, eine Anlage,** von kleinsten Anfängen beginnend, **allmählich auszubauen** und so allen Betriebserweiterungen mit Leichtigkeit und **ohne Störung der schon vorhandenen Einrichtung** jederzeit folgen zu können. Demgegenüber kommt es bei manuellen Einrichtungen schnell sich ausdehnender Betriebe nur allzuhäufig vor, daß sie, obwohl sonst noch gut im Stande, nur infolge der erschöpften Aufnahmefähigkeit unbrauchbar werden und durch neue, größere Anlagen ersetzt werden müssen.

10. **Wahrung des Gesprächsgeheimnisses,** da kein Vermittlungspersonal vorhanden ist.

Schwachstromzentralen

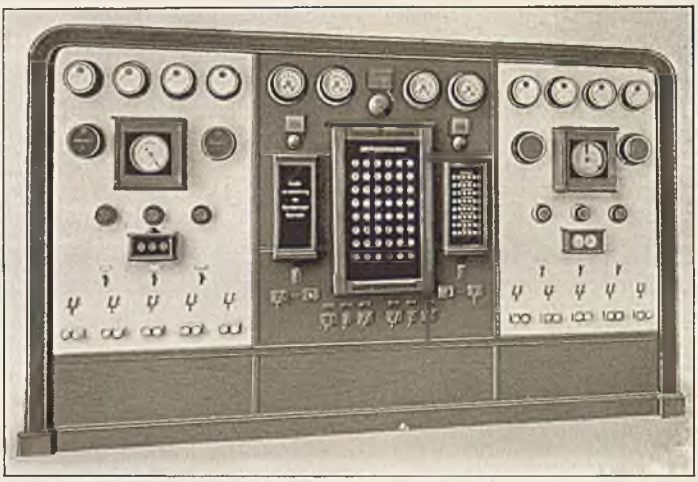


Fig. 1.
Zentralschalttafel im Kaufhaus des Westens, Berlin.

Die für größere Institute, wie Krankenhäuser, Fabriken, Kaufhäuser usw. erforderlichen Schwachstromanlagen einheitlich und so zu projektieren und auszugestalten, daß die Herstellungskosten möglichst gering werden, gehört heute zu den beinahe alltäglichen Aufgaben. Daß sich bei günstiger Kombination der Empfangsapparate und vor allem aber der Leitungsmaterialien erhebliche Ersparnisse erzielen lassen, steht außer Zweifel. Im nachfolgenden sollen mit Rücksicht auf das hierfür vorliegende Interesse einige Beschreibungen und Abbildungen derartiger Objekte und Anlagen gegeben werden.

Fig. 1 zeigt die Zentralschalttafel im Kaufhaus des Westens, welche die Empfangs- und Kontrollapparate für die Feuermelde- und Uhrenanlage, für die Uhren- und Pausensignalanlage sowie einen Registrierapparat für die Wächterkontrolle enthält.

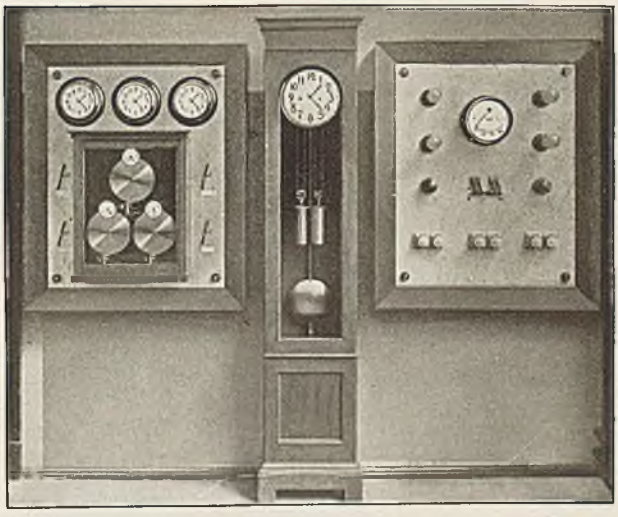


Fig. 2.
Zentrale der Uhren- und Pausensignalanlage in der Maschinenfabrik Ludw. Loewe, Berlin.

Fig. 2 zeigt die Hauptuhr nebst den Signal- und Kontrollapparaten einer vereinigten Pausensignal- und Uhrenanlage für die Maschinenfabrik Ludw. Löwe, Berlin. Die Fernsprechzentrale für Post- und Hausverkehr dieser Fabrik ist in Fig. 3 wiedergegeben.

Die Figuren 4 und 5 stellen die Zentrale für eine umfangreiche Schwachstromanlage im Bürgerhospital Straßburg dar, welche im nachstehenden näher erläutert werden soll.

Das Bürgerhospital in Straßburg i. E.

Das Bürgerhospital Straßburg ist nach dem Pavillonsystem erbaut, wodurch entsprechend der großen Anzahl einzelner Kliniken eine verhältnismäßig sehr große Ausdehnung bedingt ist.

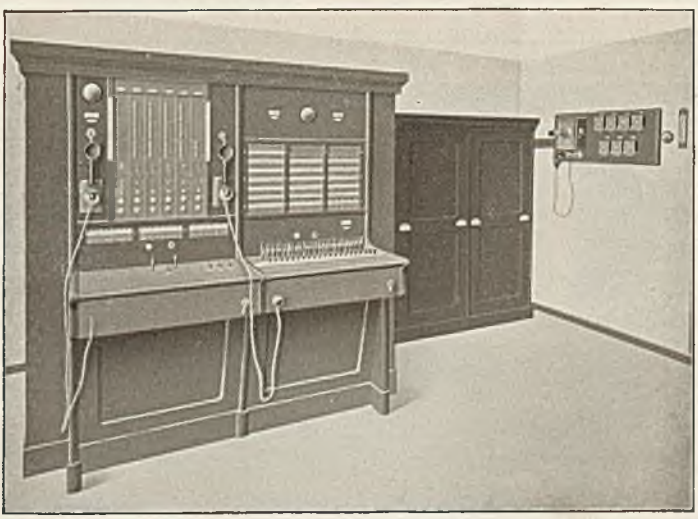


Fig. 3. Fernsprechzentrale der Maschinenfabrik Ludw. Loewe, Berlin.

Zur Ausführung gelangten folgende Anlagen:

a) **1 Fernsprechanlage**, bestehend aus einem Zentralumschalter für eine Kapazität von 13 Amts-, 65 Nebenstellen- und 135 Privatstellen-Anschlüssen, verschiedenen Reihenschaltungs- und Linienwähleranlagen;

b) 1 **Kanalfernsprechanlage** mit Zentralbatteriebetrieb nach dem Schleifensystem;

c) 1 **Uhrenanlage** für eine Kapazität von 6 Uhrenlinien mit insgesamt 270 Nebenuhren;

d) 1 **Feuermeldeanlage** mit Zentralen für je 24 Gebäudekomplexe: Kapazität insgesamt 400 Melder;

e) 2 **Wasserstandsfernmeldeanlagen;**

f) 1 **Kontaktthermometeranlage,** Kapazität 75 Thermometer;

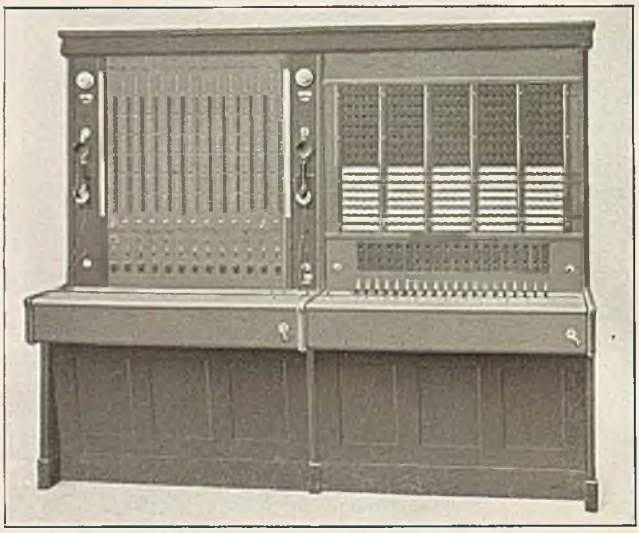


Fig. 4. Fernsprechzentrale des Bürgerhospitals in Straßburg i. E.

g) 1 **Raumthermometeranlage,** Kapazität 15 Thermometer;

h) 1 **Thermometeranlage** zur Bestimmung von Warmwassertemperaturen für 2 Thermometer und

i) 1 **Thermometeranlage** zur Bestimmung von Rauchgastemperaturen für 2 Thermometer.

Im Keller des Portierhauses, direkt unter dem Zimmer, in welchem die Zentrale untergebracht ist, wurde die Batterie aufgestellt. Sie besitzt 24 Akkumulatorenzellen von einer Kapazität von je 73 Amperestunden, die den Strom zur Speisung der Fernsprech-, Wasserstandsfern-

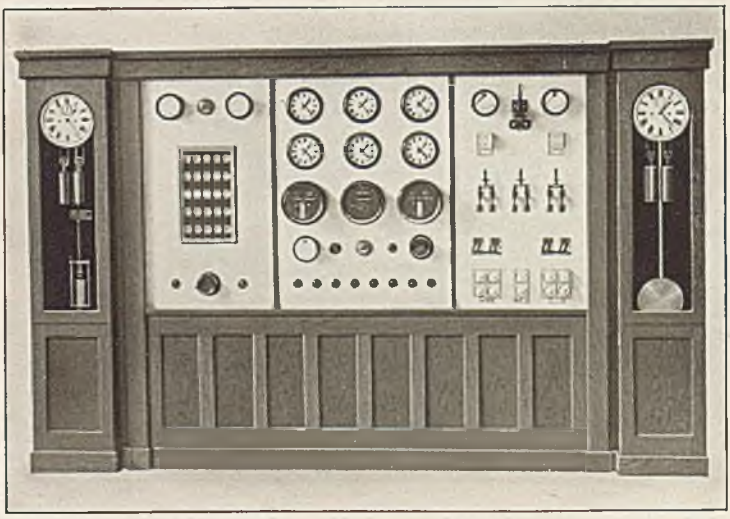


Fig. 5. Zentralschalttafel im Bürgerhospital, Straßburg i. E.

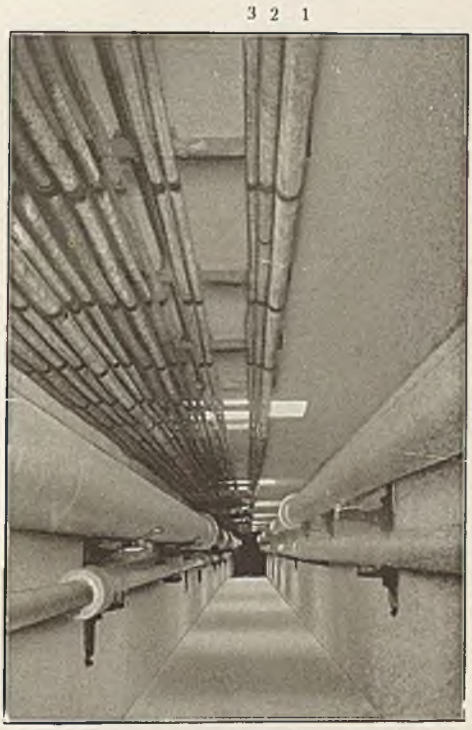


Fig. 6. Kabel im Heizkanal des Bürgerhospitals in Straßburg i. E.

Fig. 7. Nebenuhr im Bürgerhospital in Straßburg i. E.

melde- und aller Thermometeranlagen liefern, und 24 Zellen von einer Kapazität von je 181 Amperestunden, von welchen die Uhren- und Feuermeldeanlagen mit Strom versehen werden. Von diesen sind immer 12 Zellen für den Betrieb und 12 Zellen zur Reserve bestimmt, so daß jede Batterie eine Betriebsspannung von 24 Volt hat.

Zur Verbindung der einzelnen Gebäude untereinander und mit den Zentralen wurden durchweg armierte Kabel mit Papierisolation verwendet. Ein geringer Teil derselben wurde in die Erde verlegt, während der weitaus größte Teil in Heizkanälen untergebracht werden konnte. Fig. 6 zeigt eine Strecke des Heizkanals. Das in dieser Abbildung mit 1 bezeichnete Kabel führt die Leitungen für die Wasserstandsfernmelde- und Fernthermometeranlage, das mit 2 bezeichnete die Leitungen für die Feuermeldeanlage und das mit 3 bezeichnete die Leitungen für die Fernsprech- und Uhrenanlage.

Diese Dreiteilung wurde durch den Charakter der einzelnen Anlagen bedingt und überall durchgeführt.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, ist das linke Feld der Telephonzentrale als Amtsplatz für 13 Haupt- und 65 Nebenstellenanschlüsse ausgebildet; das rechte Feld umfaßt die 200 internen Anschlüsse.

Der Zentralumschalter ist mit elektrischen, automatisch rückstellbaren Schauzeichensignalen, Zentral-Mikrophonbatteriebetrieb (Z.-B.-Betrieb) und doppelseitigem automatischen Galvanoskopschlußzeichen eingerichtet. Zur leichteren Bedienung sind zwei Arbeitsplätze angeordnet.

In Verbindung mit der Zentrale gelangten die verschiedenartigsten Tisch- und Wandstationen zur Verwendung, von welchen einige in den Figuren 12, 13 und 14 dargestellt sind.

Fig. 8. Hauptfeuermelder im Bürgerhospital in Straßburg i. E.

Die Zentrale Fig. 5 der elektrischen Uhrenanlage ist im gleichen Raume mit der Fernsprechzentrale untergebracht. Die links von der Schalttafel aufgestellte Hauptuhr dient als eigentliche Betriebsuhr und ist mit Strasser-Nickelstahl-Sekundenpendel ausgerüstet, während die rechts aufgestellte Uhr als Reservehauptuhr in Tätigkeit tritt, wenn die erwähnte Hauptuhr versagen sollte. Beide Hauptuhren arbeiten indirekt auf die 6 Nebenuhrenkreise, indem sie 2 Relais (siehe mittleres Feld) betätigen, die den Strom für die Nebenuhren einschalten. Die 6 kleinen Nebenuhren im mittleren Felde sind Kontrolluhren für die Nebenuhrenkreise. Das Verzögerungsrelais in der Mitte des mittleren Feldes dient zur Regulierung der Länge des Stromstoßes. Einige der angeschlossenen Nebenuhren sind in Fig. 7, 10 und 11 wiedergegeben.

Das rechte Feld (Fig. 5) enthält die Ladeeinrichtung für die Akkumulatorenbatterien der gesamten Anlagen, das linke Feld die Apparate für eine Feuermeldeanlage für 24 Stromkreise.

Fig. 8 zeigt den Hauptfeuermelder, der mit der städtischen Feuerwache in Verbindung steht. Durch Vermittlung dieses Melders, der auch von Hand ausgelöst werden kann, wird die durch Betätigung eines Nebenmelders bewirkte Meldung an die städtische Feuerwache weitergegeben.

Fig. 9 zeigt die Schalttafel, die als Zentralstelle für die Wasserstandsfernmelde-, die Kanaltelephon- und alle Thermometeranlagen dient.

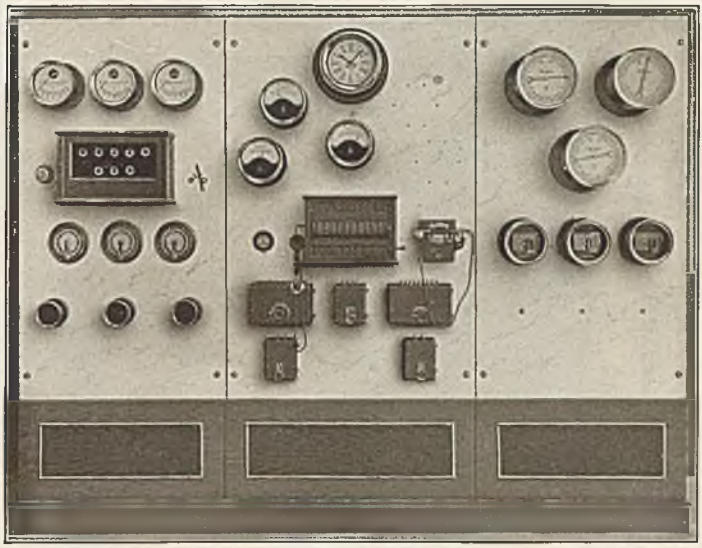


Fig. 9. Schalttafel im Bürgerhospital in Straßburg i. E.

In der Mitte des mittleren Feldes dieser Schalttafel befindet sich ein schnurloser Klappenschrank, der zur Vermittlung aller im Kanalfernsprechnetz zu führenden Gespräche dient. Diese Fernsprechanlage ist insofern interessant, als an sie nicht einzelne Stationen, sondern verschiedene Kreise angeschlossen sind, deren jeder mit einer Klappe des Schranks verbunden ist und verschiedene Wecker und Steckdosen besitzt. Dadurch wird ermöglicht, daß das die Heizanlagen bedienende Personal jederzeit leicht erreichbar ist und sich ebenso leicht durch Einstecken eines Mikrotelephonstöpsels in eine Steckdose mit der Zentrale (Betriebsleitung) verbinden kann.

Fig. 10. Nebenuhr im Bürgerhospital in Straßburg i. E.

Fig. 11. Nebenuhr im Bürgerhospital in Straßburg i. E.

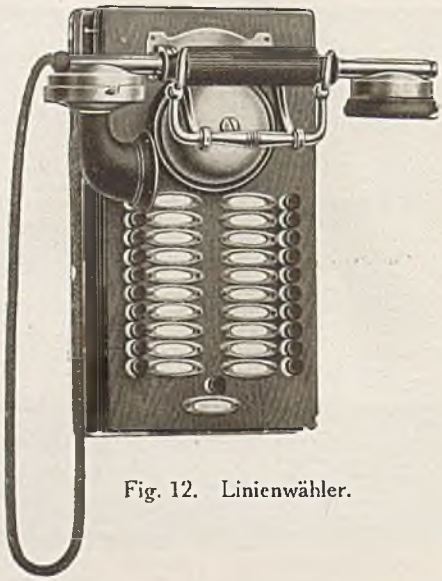


Fig. 12. Linienwähler.

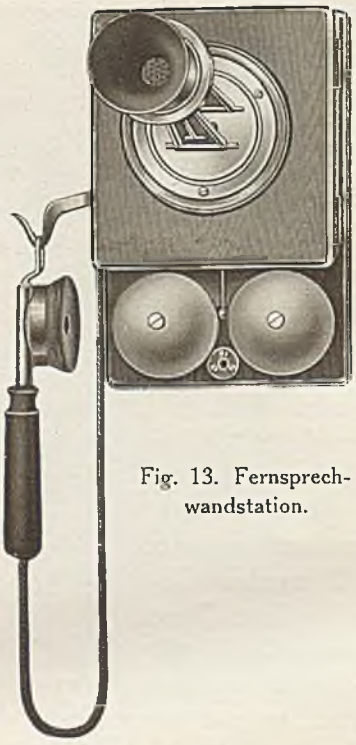


Fig. 13. Fernsprech-wandstation.

Das mittlere Feld enthält außerdem eine Fernsprech-Linienwähler-Wandstation, einen Nebenfeuermelder, eine elektrische Nebenuhr und die Anzeigeapparate und Umschalteinrichtungen für die Fern-thermometeranlagen zur Bestimmung von Raum-, Warmwasser- und Rauchgas-temperaturen.

Die in dem rechten Feld untergebrachten Instrumente gehören zu den Wasserstandsfernmeldeanlagen, und zwar stellen die drei oberen Instrumente die Endstationen dar, vor welche in der Nähe der Druckpumpen Zwischen-stationen geschaltet sind, so daß sowohl der Maschinist als auch der über-wachende Maschinenmeister gleichzeitig den Wasserstand der Reservoire kontrollieren können. Die unter den Instrumenten angebrachten Verzögerungs-relais bewirken, daß der Alarm von den Meldern nur bei Überlauf und dem zulässigen Minimum gegeben wird.

Das linke Feld (Fig. 9) enthält hauptsächlich die für die Kontaktthermometer-anlage erforderlichen Umschalter, Relais und Stromzeiger. Die Kontakt-thermometeranlage dient zum Schutz gegen Einfrieren der Rohrrücklaufleitungen der Heizkammern. Die bei vollem Ausbau der Anlage vorhandenen 75 Kontakt-thermometer sind in 3 Stromkreise zu je 25 Thermometern zusammengefaßt. Die Zuleitungen von je 25 Thermometern enden auf einem der Kurbel-umschalter. Sollte die Temperatur in einer Rücklaufleitung auf plus 5° sinken,

so öffnet sich in dem an dieser Stelle befindlichen Thermometer der Stromschluß, wodurch unter Vermittlung eines Relais eine Alarmvorrichtung eingeschaltet wird. Durch Drehen der zugehörigen Schalterkurbel kann man die Zuleitungen des auf plus 5° gesunkenen Thermometers schließen und so den Alarm wieder beseitigen. Die Stellung, in welcher die Schalterkurbel den Stromkreis wieder schließt, läßt erkennen, in welcher Rohrrücklaufleitung die Temperatur nahe dem Gefrierpunkt ist, so daß mit Leichtigkeit durch Zuführen heißeren Wassers die Gefahr des Einfrierens beseitigt werden kann.

Die Einschaltung der Alarmapparate, je nach Bedarf Wecker oder Huppen, erfolgt mit Hilfe des im linken Feld angebrachten Tableaus.

Die Leitungsanlage ist derart ausgebildet, daß an den Verteilungsstellen mittels Abzweigmuffen nur die Adern aus den Kabeln herausgeführt werden, welche für den Anschluß des betreffenden Gebäudekomplexes erforderlich sind.

Fig. 14. Fernsprech-Tischstation.

Die elektrochemische Gewinnung von Chlor und Ätznatron oder Ätzkali

Die neuen Elektrolyseure der Siemens & Halske A.-G. (System Siemens & Halske und Kaliwerke Aschersleben, Patent Dr. J. Billiter) für die elektrochemische Gewinnung von Chlor und Ätznatron (bezw. Ätzkali) zeichnen sich durch große Einfachheit und vollkommene Betriebssicherheit aus. Die Elektrolyseurgefäße bestehen aus einer sehr kräftigen, wannenförmigen Eisenkonstruktion, die mit einer dicken Betonschicht ausgekleidet und mit einem Steinzeugdeckel

Fig. 1. Chlor-Ätznatron-Anlage bei Ignaz Spiro & Söhne, Böhmisch-Krummauer Maschinenpapier-Fabriken, Krummau a. M., Sulfitzellulosefabrik Pötschmühle; 32 Bäder 500 Amp. × 115 V; Tagesproduktion etwa 1000 kg Chlorkalk-Ersatz.

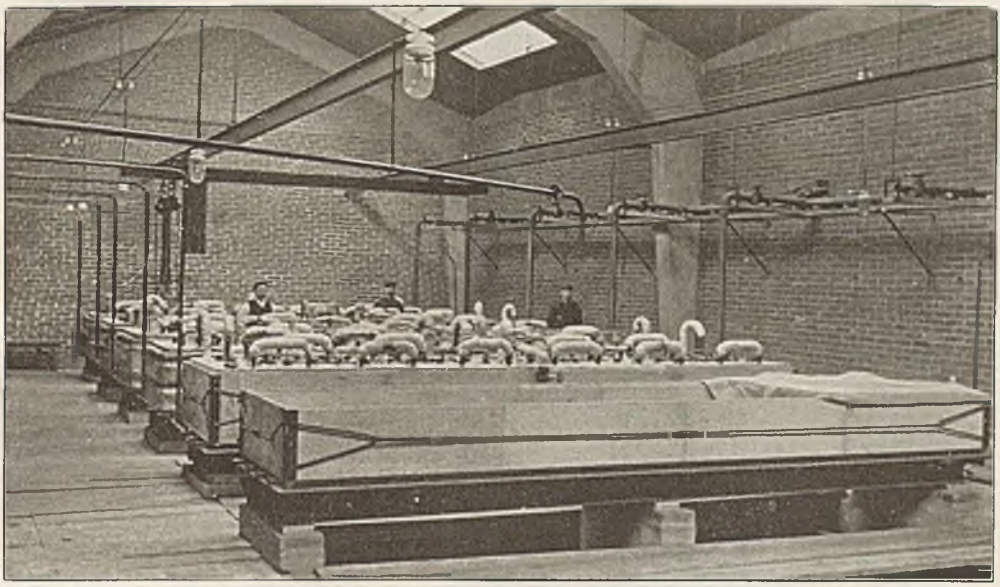


Fig. 2. Chlor-Alkali-Anlage bei den Kaliwerken Aschersleben; große Elektrolyseur-Type für 2000—2500 Ampere Strombelastung.

verschlossen wird. Als Anoden werden starke Graphitkörper verwendet; als Kathode dient ein speziell ausgebildeter eiserner Siebrahmen, welcher gleichzeitig das Diaphragma trägt. Die horizontale Anordnung des ganzen Systems ermöglicht eine durchaus rationelle Arbeitsweise, weil infolge der natürlichen Schichtung des Elektrolyten Nebenreaktionen vermieden und die Produkte der Elektrolyse vollkommen getrennt gewonnen werden. So wurden z. B. bei einem vierwöchentlichen Probebetrieb an einer schon längere Zeit im Betrieb stehenden Chlor-Ätznatron-Anlage (für 2000 Ampere) folgende Durchschnittsresultate erzielt:

eine elektrochemische Stromausbeute von 94,7%,

mit einer Badspannung von 3,66 Volt,

bei einer Konzentration der Kathodenlauge von 130 g NaOH im Liter.

Die elektrolytischen Apparate nebst Zubehör, wie z. B. Absorptions-Einrichtungen usw., sind in allen Teilen auf das sorgfältigste ausprobiert und können in den verschiedensten Größen gebaut werden, z. B.:

A) kleinere Anlagen für Selbstkonsumenten in der Textil- und Papierindustrie zwecks Erzeugung von Bleichflüssigkeit (Calcium- oder Natriumhypochlorit-Lösung) für 30 bis 100 Ampere Strombelastung bei ca. 115 Volt Betriebsspannung (vergl. Fig. 3: Spezial-Elektrolyseur für kleinere Betriebe);

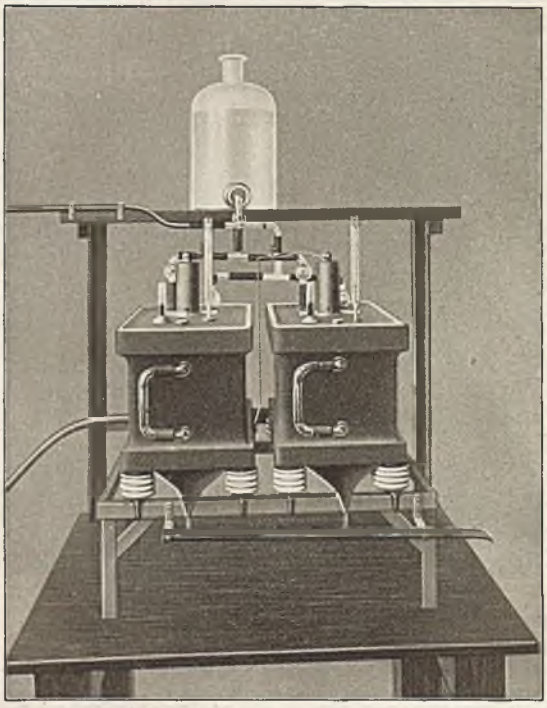


Fig. 3. Kleine Elektrolyseur-Type für 30—50 Ampere Strombelastung.

B) mittlere Anlagen für Selbstkonsumenten in der Zellulose-Industrie oder auch in chemischen Fabriken zwecks Erzeugung von Bleichflüssigkeit oder sonstigen Chlorverbindungen, eventl. mit besonderer Ätznatronverwertung, für 100 bis 1000 Ampere Strombelastung bei 115 Volt Betriebsspannung (vergl. Fig. 1: Anlage in einer Zellulosefabrik);

C) große Anlagen für die chemische Industrie zwecks Erzeugung von Chlor und Ätzkalien für 1000 bis 3000 Ampere Strombelastung bei beliebigen Betriebsspannungen (vergl. Fig. 2: Normal-Elektrolyseur für große Fabrikbetriebe).

Literatur: Papier-Kalender 1911, S. 56; Papier-Fabrikant 1911, Nr. 1 und 11; Wochenblatt für Papierfabrikation 1911, Nr. 19; Chemiker-Zeitung 1911, Nr. 64 und 65. (Separatdrucke dieser Publikationen stehen zur Verfügung.)

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach

BG Politechniki Śląskiej
nr inw.: 102 - 137922
Dyr.1 137922