GRUNDRISS
DER
ELEKTROTECHNIK

für den praktischen Gebrauch,
für Studierende der Elektrotechnik und
zum Selbststudium.

Verfasst von

Heinrich Kratzert,

k. k. Professor für Elektrotechnik an der k. k. Staatsgewerbeschule in Wien, X., vorm. Oberingenieur etc. der Vereinigten Elektricitäts-A.-G. in Wien und Chef-Elektriker etc. der Siemens & Halske A.-G.

II. Theil, 5. Buch.

2. Auflage.

Elektrotechnik im Bergbau, in der Landwirtschaft und Schiffahrt.

Mit 44 Abbildungen.

LEIPZIG UND WIEN.
FRANZ DEUTICKE.
1902.

Verlags-Nr. 818.

Vorwort.

Die Quellen für das 5. Buch des II. Theiles des Grundrisses der Elektrotechnik (Elektrotechnik in Bergbau, Landwirtschaft und Schiffahrt) bilden die Fachzeitschriften und die Arbeiten von C. Köttgen und G. Wurtzler über Elektrotechnik in der Landwirtschaft und Grauert über Elektrotechnik in der Schiffahrt und praktische Erfahrungen des Verfassers. Dieses Buch umfasst die folgenden Abschnitte:

I. Abschnitt. Elektrotechnik im Bergbau.

1. Kapitel. Wasserhaltungen: Allgemeines, Antriebsmotoren, Güteverhältnis, Unterhaltungskosten, Betriebssicherheit, Tabelle. 2. Kapitel. Streckenförderungen und Haspel: Allgemeines, Förderungsmaschinen. 3. Kapitel. Ventilatoren: Allgemeines, Ventilatorkonstruktionen. 4. Kapitel. Fördermaschinen: Allgemeines, Schachtfördermaschinen. 5. Kapitel. Grubentelephone und Signale: Allgemeines, Apparate. 6. Kapitel. Gesteinsbohrmaschine: Allgemeines, Bohrmaschinen, Leistungstabelle. 7. Kapitel. Lokomotiven: Einleitung, Konstruktionen, Vortheile der Grubenlokomotive. 8. Kapitel. Minenzündung: Grundzüge der Minenzündung.

Den Beschreibungen wurden nur neueste Konstruktionen zu Grunde gelegt. Das Buch soll in kurzen Umrissen die elektrotechnischen Hilfsmittel im modernen Bergbau veranschaulichen. Die zahlreichen Anwendungen der Elektricität auf diesem Gebiete legen Zeugnis von dem Streben nach vollkommenen Einrichtungen ab, wie solche durch die so hoch entwickelte elektrotechnische Industrie und ihre Repräsentanten geschaffen wurden.

II. Abschnitt. Elektrotechnik in der Landwirtschaft.

Einleitung und Eintheilung, Elektrische Primärstationen, Leitungen, Stationärer Antrieb, Transportable Motoren, Pflüge, Feldbahnen, Beleuchtung, Telephonie, Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes, Kosten.

Wind- und Wasserkräfte, Gas- und Dampfmaschinen werden immer häufiger und häufiger zum Antrieb von Dynamomaschinen in

den Dienst der Landwirtschaft gestellt. Die Vielseitigkeit der Anwendbarkeit der Elektricität ist es auch hier, welche dieselbe in vielen Fällen unentbehrlich erscheinen lässt. Die Elektricität gibt durch den Elektromotor mechanische Arbeit, in den Glüh- und Bogenlampen Licht und in Koch- und Heizapparaten Wärme ab. Am häufigsten finden wir in der Landwirtschaft die elektrische Beleuchtung, Kraftübertragungen bis zu etwa 2 *PS.*, den Betrieb von Dreschmaschinen von 10 bis 20 *PS.* und den Betrieb von Pflügen.

III. Abschnitt. Elektrotechnik in der Schiffahrt: Allgemeines, Maschinen und Apparate.

Die Schiffahrt und der Schiffbau haben sich an den gewaltigen Fortschritten der Elektrotechnik in den letzten zwei Decennien rühmlichst betheiligt. Schon zu Beginn der Achtziger Jahre des abgelaufenen Jahrhundertes wurden auf Schiffen Dynamomaschinen zum Betriebe von Scheinwerfern verwendet. Die modernen Kriegsschiffe jedoch sind bereits mit großen elektrischen Centralen bis zu 300 und mehr Kilowatt ausgerüstet. Neben den Scheinwerfern finden wir heute auf den Schiffen insbesondere Lampen, Motoren, Signallampen, Telegraphen- und Telephon-Apparate in Verwendung. Wir sehen auch auf diesem Gebiete die hervorragendsten Firmen in stetem Wettkampfe begriffen, glänzende Erfolge erringen.

Der großen Bedeutung wegen, welchen der Elektrotechnik in Bergbau, Landwirtschaft und Schiffahrt zukommt, wurden diese Abschnitte gesondert in dieser Schrift behandelt. Diese Anwendungen zählen sicherlich zu den schönsten Edelsteinen im Diadem der Elektrotechnik.

Wien, im Jänner 1902.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichnis.

I. Abschnitt.

Elektrotechnik im Bergbau.

II. Abschnitt.

Die Elektrotechnik in der Landwirtschaft.

III. Abschnitt.

Die Anwendung der Elektrotechnik in der Schiffahrt.

I. Abschnitt.

Elektrotechnik im Bergbau.

1. Elektrotechnik im Bergbau. Eines der neuen Anwendungsgebiete der Elektrotechnik ist der Bergbau. Dieses Anwendungsgebiet besitzt einen grossen Umfang, da hier nicht nur die Starkstrom- sondern auch die Schwachstromelektrotechnik reiche Bethätigung findet.

I. Kapitel.

Wasserhaltungen.

2. Allgemeines. Die Verwendung des elektrischen Antriebes bei Wasserhaltungspumpen stieß auf eine bedeutende Schwierigkeit. Diese Schwierigkeit war in dem Umstande begründet, dass die Wasserhaltungspumpen nur geringe Umdrehungszahlen aufwiesen, während die Elektromotoren durchwegs höhere Umlaufszahlen besaßen. Es war also nothwendig, zwischen Elektromotor und Pumpe eine Übersetzung ins Langsame einzuschalten, die entweder eine Zahnradübersetzung oder eine Riemenübersetzung war.

Das Bestreben der Elektrotechniker geht bekanntlich dahin, die Maschinen mit den Elektromotoren unmittelbar zu kuppeln. Um diesen Konstruktionsgrundsatz auch bei dem Antriebe von Wasserhaltungspumpen anwenden zu können, versuchte man, mit der Umdrehungszahl der Elektromotoren bis auf die der Pumpen herabzugehen. Diese Lösung war aber zu verwerfen, weil mit dieser Einrichtung der Elektromotoren eine wesentliche Verschlechterung ihres Wirkungsgrades Hand in Hand gieng. Eine andere, weit bessere Lösung der Aufgabe bestand darin, die Umdrehungszahl der Pumpen wesentlich zu erhöhen. Die Versuche waren vom besten Erfolge begleitet; so löst z. B. die Riedler'sche Expresspumpe die gestellten Aufgaben vollkommen. Man baut heute schnellaufende Pumpen, die eine Umdrehungszahl von 150 – 300 in einer Minute aufweisen. Die Siemens & Halske A.-G. verwendete den neuen Antrieb zum ersten Male im Jahre 1899 in den von Arnim'schen

Steinkohlenwerken in Planitz bei Zwickau. Die bei dieser Anlage verwendeten Pumpen stammen aus der Maschinenbau-Anstalt „Breslau“. Gleichzeitig mit der Erhöhung der zulässigen Umdrehungszahl wurde die Umdrehungszahl der Motoren erniedrigt und so eine unmittelbare Kupelung von Motor und Pumpe ermöglicht.

3. Antriebsmotoren. Die Antriebsmotoren sind durchwegs Drehstrommotoren. (I. Th. 2. B.) Sie sind so konstruiert, dass sie selbst einen Dauerbetrieb von 24 Stunden zulassen, ohne sich unzulässig

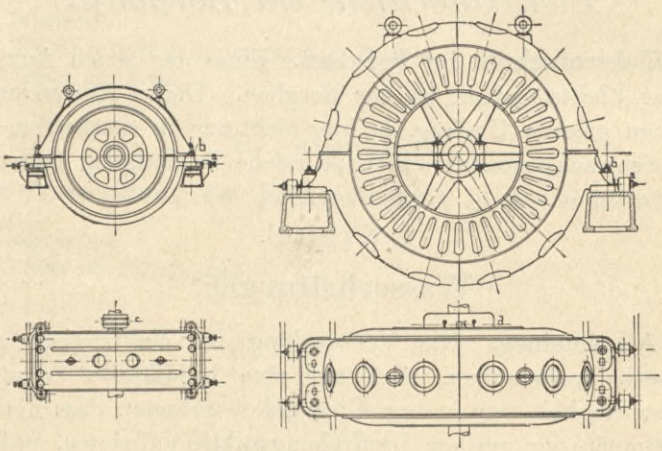
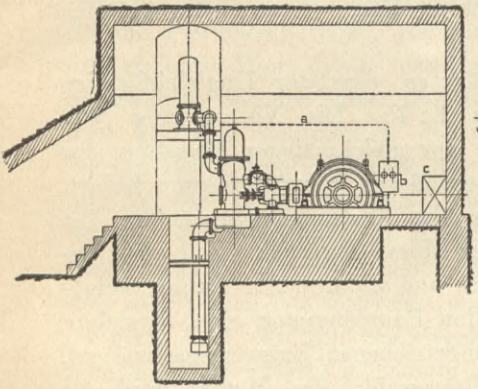


Fig. 1. Wasserhaltungsmotoren.

stark zu erwärmen. Der äußere feststehende Theil der Motoren wird so gebaut, dass eine nachherige Einstellung desselben in senkrechter und wagrechter Richtung mit Hilfe von Stellschrauben ermöglicht ist. Man baut den Motor so, dass man denselben leicht in mehrere Theile zerlegen kann, um dadurch einen leichten Transport durch die engen Schächte zu ermöglichen. Figur 1 zeigt die beiden normalen von der Siemens & Halske A.-G. zu Wasserhaltungszwecken verwendeten Motoren. Der kleinere Motor gehört für kleinere und mittlere Leistungen. Der Ständer ist zweitheilig, der rotierende Theil eintheilig. Der größere Motor findet für große Leistungen Verwendung. Der Ständer ist bei diesem Motor viertheilig, der rotierende Theil zweitheilig. Bei beiden Motoren bedeuten *a* die für die wagrechte Einstellung und *b* die für die senkrechte Einstellnng bestimmten Stellschrauben. Die Firma baut diese Motoren für Leistungen von 50—700 *PS* und für die Umdrehungszahlen: 242, 224, 208, 194, 182, 162, 145, 132, 121 und 97. Diese Umdrehungszahlen gelten für vollbelastete Motoren und für Drehstrom von 50 Pe-

rioden. Es werden für bestimmte Leistungen stets Motoren für mehrere der oben angeführten Umdrehungszahlen gebaut. Der rotierende Theil der Motoren besitzt Schleifringe, an welchen der Anlasswiderstand liegt. Diese Schleifringe können, wenn erwünscht, mit einem Schutzgehäuse umgeben werden.

Ein Beispiel einer ausgeführten Wasserhaltungsanlage zeigt die



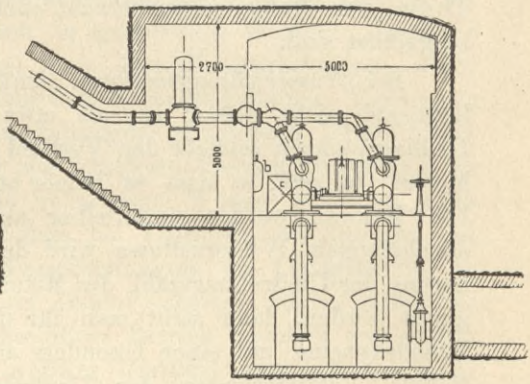
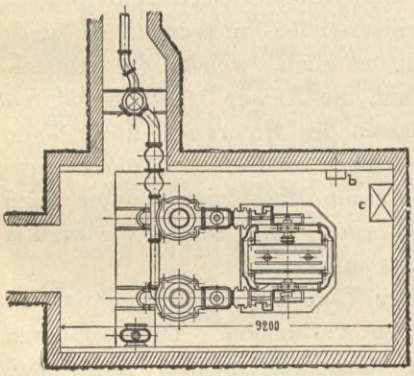


Fig. 2. Wasserhaltungsanlagen.



Figur 2. Es ist die elektrische Wasserhaltungsanlage auf den von Arnim'schen Steinkohlenwerken in Planitz bei Zwickau. Die Leistung beträgt 1 m^3 in einer Minute, die minutliche Umdrehungszahl 145, die Förderhöhe 250 *m*. *a* bedeutet das Schachtkabel, *b* die Schalttafel und *c* den Flüssigkeitsanlasser. Die elektrische Wasserhaltung erscheint ungemein kompendiöser als eine Dampfwasserhaltung.

Interessant ist es, dass bei den Anlagen für die Drehstrommotoren keine Reserven vorhanden sind, da sich diese Motoren für völlig betriebsicher erwiesen haben. So hat man in der Ferdinandgrube der Kattowitzer A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb in Ober-Schlesien den Motor zwischen 2 Pumpen angeordnet, von denen jede für die volle Leistung gebaut ist. Jede dieser Pumpen kann nach Bedarf mittels Flanschenkuppelungen mit dem Motor verbunden werden. Für den mechanischen Theil der Anlage besteht also eine Reserve, für den elektrischen keine.

Der Motor kann verschieden angeordnet sein. Er ist entweder in der Mitte der Kurbelwelle angebracht und treibt rechts und links je eine Plungerpumpe, oder der Motor befindet sich seitlich einer Zwillings- oder Drillingspumpe. Im ersteren Falle bedarf es, um die sich ergebende ungleiche Belastung während einer Umdrehung auszugleichen, entsprechender Schwungmassen, die entweder im rotierenden Theile des Motors untergebracht oder in Form eines Schwungrades ausgeführt sind.

Bei Wasserhaltungsmotoren genügt es, dass der Ungleichförmigkeitsgrad nicht größer ist, als etwa 1 : 75. Die Verwendung von Drillingspumpen schließt den Vortheil der gleichmäßigen Belastung des Motors, in sich, so dass es keiner besonderen Schwungmassen bedarf. Die Motoren werden unmittelbar an das Kraftnetz angeschaltet. Bei abnehmendem Wasserzuflusse wird der Motor abgestellt. Soll eine Änderung der Umdrehungszahl des Motors und dadurch der Pumpe ermöglicht werden, dann stellt man für den Pumpenmotor eine besondere Primärdynamo mit einer besonders angetriebenen Erregermaschine auf. Behufs Veränderungen der Umdrehungszahl des Motors wird die Umdrehungszahl der Primärdampfmaschine verändert. Diese Tourenänderung des Motors, welche man ohne Energieverluste erreicht, während solche bei Verwendung von Regulierwiderständen unvermeidlich sind, ist natürlich nur bei größeren Motoren möglich, welche die Aufstellung einer besonderen Primärdynamo und die Anlage einer besonderen Schachtleitung rechtfertigen. Das Anlassen des Motors soll unter Tage erfolgen. Der Motor wird mit Schleifringen und einem Anlasser versehen. Dadurch kann man den Motor vom Maschinisten unter Tage bei etwaigen Betriebsstörungen abstellen lassen, ohne dass er die Station über Tage erst telephonisch verständigen müsste.

Immer wird die Primärstation über Tage mit der Sekundärstation unter Tage durch eine Telephonanlage verbunden. Die benützten Telephone, deren Besprechung später noch ausführlicher folgt, sind den örtlichen Verhältnissen angepasste, lautsprechende Telephone.

4. Güteverhältnis. Die elektrische Wasserhaltung besitzt ein hohes Güteverhältnis, geringe Unterhaltungskosten und eine große Betriebssicherheit. In der Primärstation kann bei der Dampfmaschinenanlage die mehrstufige Expansion und überhitzter Dampf verwendet werden. Besonders der Vortheil der Verwendung des überhitzten Dampfes entgeht bei den Dampfwasserhaltungen, weil der überhitzte Dampf bei seiner Fortleitung in der langen Schachtdampfleitung jedesfalls bis zum Sättigungspunkt sich abkühlen würde.

Man kann bei den elektrischen Wasserhaltungen mit folgenden Wirkungsgraden rechnen: Dynamomaschinen 93%, Kabel 97%, Motor 92%. Die elektrische Anlage hat demnach einen Nutzeffekt von 0·83. Nehmen wir den Effekt der schnellaufenden Pumpen mit 83% und den der Dampfmaschinen in der Centrale mit 85% an, dann ergibt sich ein Gesammtnutzeffekt von 0·585. Der Dampfverbrauch der Dampfmaschinen beträgt 6 *kg* für die indicierte Pferdekraftstunde und demnach 10·25 *kg* für die Pferdekraftstunde, gemessen in gehobenem Wasser. Ungefähr den gleichen Wert erhält man bei guten Dampfwasserhaltungen, wenn die Pumpen und der Kessel sich nahe dem Schachte befinden. Verwendet man bei den elektrischen Wasserhaltungen überhitzten Dampf, dann beträgt der Dampfverbrauch für die indicierte Pferdekraftstunde 5 *kg* und für die Pferdekraftstunde, in gehobenem Wasser gemessen, etwa 8·5 *kg*. Zu bemerken ist noch, dass bei Dampfwasserhaltungen, im Gegensatze zu den elektrischen Wasserhaltungen, die Dampfleitung in den Ruhepausen des Betriebes unter Dampf gehalten werden muss. Es ist klar, dass dadurch bei wechselndem Betrieb ziemlich bedeutende Kondensationsverluste entstehen, welcher Umstand natürlich den nothwendigen Dampfverbrauch bei Dampfwasserhaltungen erhöht.

5. Unterhaltungskosten. Die Unterhaltungskosten einer elektrischen Wasserhaltungsanlage sind kleiner als die einer Dampfwasserhaltung. Die Abnützung der Drehstrommaschine und des Motors ist gering. Sie beschränkt sich auf den Kollektor der kleinen Erregermaschine und die Schleifringe des Motors. Die Kabeln erfordern durch Jahre hindurch keine Unterhaltungskosten. Bei den Dampfleitungen ist auch zu bedenken, dass die von den Dampfrohren beständig ausstrahlende Wärme ungünstig wirken auf die Wetterführung und die Ventilation, und die entwickelte feuchte Wärme auf die Schachtzimmerung schädlich einwirkt.

6. Betriebssicherheit. Die Betriebssicherheit der Anlage ist eine sehr große. Die gut isolierten, stahldrahtarmierten Kabel sind selbst gegen muthwillige Zerstörung geschützt. Die Drehstrommaschinen besitzen, wie schon erwähnt, eine fast vollkommene Betriebssicherheit, und die Dampfmaschinenanlage, die sich über Tage befindet, kann bequem mit allen nothwendigen Betriebsreserven ausgestattet werden.

7. Tabelle. In der folgenden Tabelle wollen wir eine Zusammenstellung der von der Siemens & Halske A.-G. ausgeführten elektrischen Wasserhaltungen geben.

Auftraggeber	Förderhöhe in m	Wassermenge in m^3 pro Minute	Umdrehungszahl des Motors	Spannung in Volt
von Arnim'sche Steinkohlenwerke, Planitz bei Zwickau	250	1	145	500
Kattowitzer A.-G. f. Bergbau und Eisenhüttenbetrieb	300	5·5	145	500
	200	1·5	182	500
Kons. Paulus-Hohenzollerngrube, Morgenroth O.-Schl..	250	1·2	145	500
Schlesische Kohlen- und Kokswerke, Gottesberg N.-Schl.	100	1·0	194	500
Ilseder-Hütte bei Peine .	70	10	194	500
Gewerkschaft Julius Philipp, Bochum	117	4	145	2000
Zwickau-Oberhohndorfer Steinkohlenbau-Verein	120	1·5	182	2000
	345	1·5	182	2000

II. Kapitel.

Streckenförderungen und Haspel.

8. Allgemeines. Die Arbeitsmaschinen einer Grube, welche der produktiven Seite des Bergbaues dienen, zerfallen in solche, welche für die Materialgewinnung und in solche, welche für die Materialförderung bestimmt sind. Zu diesen Maschinen gehören die Bohr- und Schrämmaschinen, sowie die ganze Reihe jener Maschinen, welche dazu dienen, das gewonnene Material vom Fallort nach den Schächten und von dort durch dieselbe über Tage zu fördern. Gegenüber den Förderungen mittelst Dampf, Druckluft oder animalischer Kraft sind die Förderkosten bei elektrischem Betrieb wesentlich geringer. Die Gruben sind im allgemeinen so angelegt, dass von den Schächten eine gewisse Anzahl von Hauptförderstrecken ausgeht, an die sich eine größere Zahl von

Nebenstrecken angliedert. Die letzteren führen zu den eigentlichen Abbauörtern, an welchen das Fördergut mit Hilfe der Hacke, der Sprengung oder der Schrämmaschine losgelöst wird. Der Transport des gewonnenen Materials erfolgt zunächst durch die Nebenstrecken, hierauf durch die Hauptstrecken und schließlich durch die Schächte über Tage. Der zuerst erreichte Schacht kann nun unmittelbar über Tage führen, oder er ist ein sogenannter blinder Schacht, d. h. er mündet nicht über Tage, sondern er gestattet den Transport des Materials zu einer anderen Sohle, von welcher aus dasselbe erst durch den Hauptförderschacht über Tage gefördert wird.

9. Förderungsmaschinen. Die der Förderung in Bergwerken dienenden Maschinen sind:

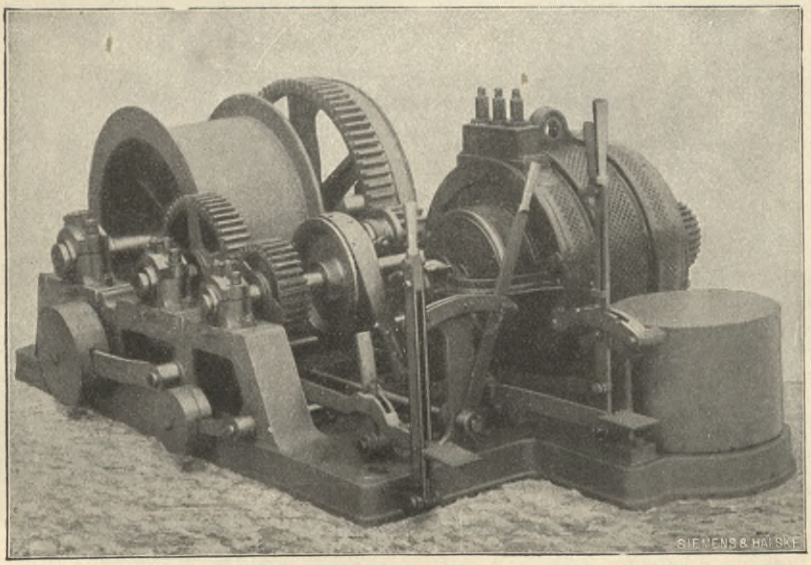


Fig. 3. Fallorthaspel.

1. Die Fallorthaspel, die zum Herausschaffen des abgebauten Materials durch die kleinen Nebenstrecken zu den Hauptförderschächten dient,

2. die Maschinen, welche die Förderung auf den Hauptstrecken besorgen und

3. die große Haspel zur Förderung in den Schächten.

Die Fallorthaspeln besorgen die Heraufschaffung eines oder höchstens zweier Förderwagen. Die Fördergeschwindigkeit beträgt 1—1$^1/_2$ *m*

in einer Sekunde. Der Haspelmotor ist gewöhnlich für eine Leistung von 5—10 *PS*, höchstens für eine Leistung von 20 *PS* gebaut. Diese Motorstärken entsprechen einem Einfallen der Strecke von 10—15° und der Förderung eines Wagens bei jedem Hube. Figur 3 zeigt eine Fallorthaspel, welche seit einer Reihe von Jahren mit sieben anderen gleichartigen auf dem Steinkohlenbauverein Gottessegen zu Lugau bei Chemnitz in Betrieb sind. Der verwendete Drehstrommotor besitzt eine Stärke von 10 *PS*, arbeitet mit einer Betriebsspannung von 500 Volt und besitzt statt eines besonderen Anlasswiderstandes eine Gegenschaltung im rotierenden Theil. Die Wickelung des rotierenden

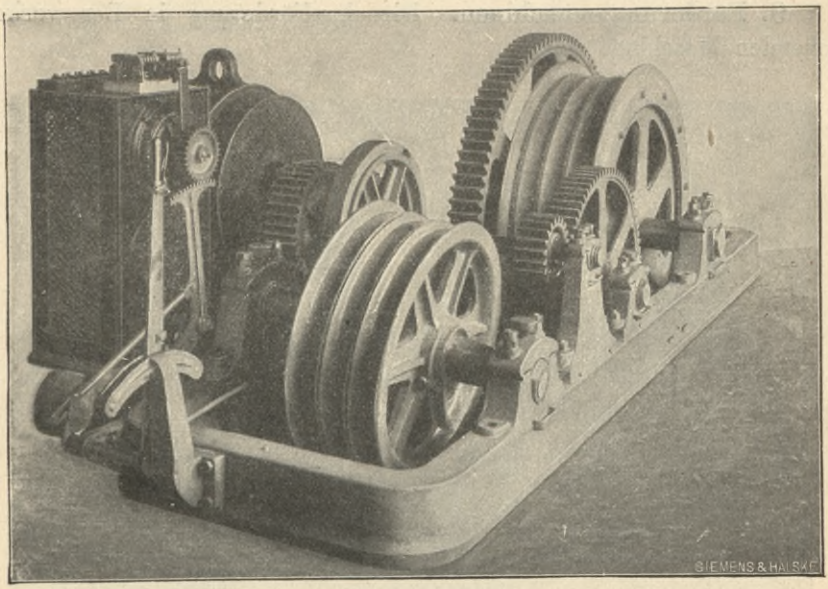


Fig. 4. Antriebsmaschine zur Bewegung einer endlosen Batterie.

Theiles besteht aus zwei Theilen, welche beim Anlassen des Motors hintereinander geschaltet sind. Nachdem der Motor $^1/_2$—$^3/_4$ der normalen Umdrehungszahl erreicht hat, werden diese beiden Wickelungstheile mit Hilfe eines selbstthätigen, auf der Achse des Motors sitzenden Umschalters parallel geschaltet. Hierauf steigt die Umdrehungszahl des Motors auf den vollen Betrag. Der eben erwähnte Umschalter, sowie der Hauptschalter des Motors werden in Bergwerken mit schlagenden Wettern in kräftige, gasdicht schließende Gehäuse eingekapselt, so dass die an diesen Theilen des Mechanismus auftretenden Unterbrechungsfunken unschädlich sind, und keine Explosionsgefahr mehr besteht. Die

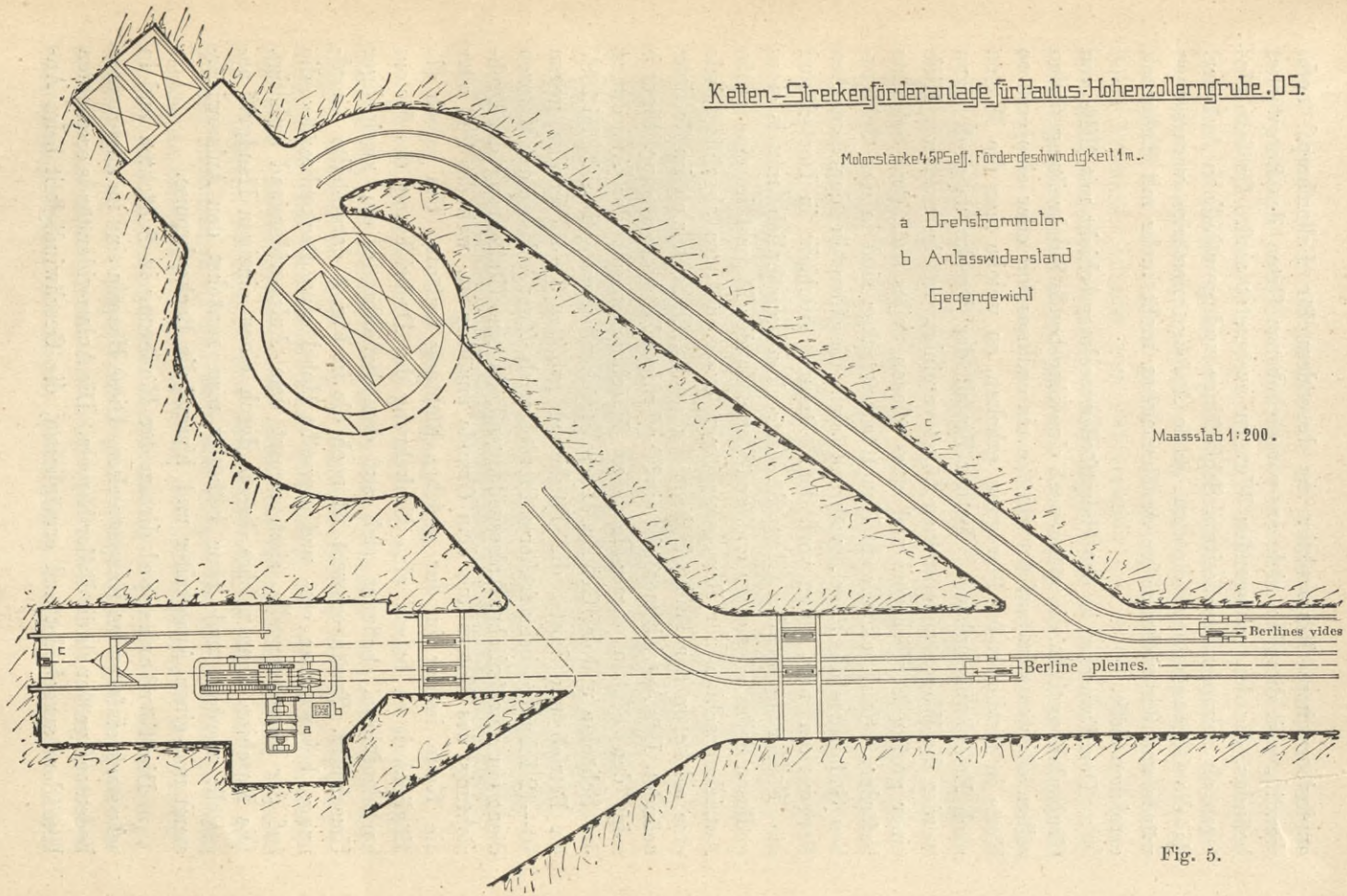

Ketten-Streckenförderanlage für Paulus-Hohenzollerngrube. OS.
Motorstärke 45 PS eff. Fördergeschwindigkeit 1 m.
a Drehstrommotor
b Anlasswiderstand
Gegengewicht
Maassstab 1:200.
Berlines vides
Berline pleines.
a
b
c

Fig. 5.

explosionssichere Konstruktion ist besonders für Fallorthaspel nothwendig, weil dieselben sich an vorgeschobenen Orten des Bergwerkes befinden, die den schlagenden Wettern ausgesetzt sind. Größere Motoren als zehnpferdige besitzen Schleifringe und gewöhnliche Anlasser, da die Gegenschaltung eine zu große Anfahrstromstärke verursachen würde und das nothwendige Anfahrmoment nicht mehr mit Sicherheit erreichen ließe.

Der Transport in der Hauptförderstrecke geschieht mit Hilfe von Grubenlokomotiven, die später noch eine eingehende Beschreibung finden sollen, oder es wird auf der Strecke ein endloses Seil oder eine endlose Kette in fortdauernder Bewegung erhalten, an welche man die Wagen nach Erfordernis anhängt. Ist der Einfall der Strecke zu groß, dann werden die Wagen zu einzelnen Zügen vereinigt, welche man mit Hilfe einer großen Förderhaspel und eines offenen Seiles nach dem Schachte befördert. Stark einfallende Hauptförderstrecken sind in den Goldgruben Südafrikas die Regel, während sich dieselben in den deutschen Bergwerken nur selten vorfinden. Darum geschieht in Deutschlaud die Förderung in den Hauptförderstrecken gewöhnlich mittels eines endlosen Seiles oder einer endlosen Kette. In der Figur 4 ist eine große Antriebsmaschine zur Bewegung einer endlosen Kette abgebildet, wie eine solche in der Paulus-Hohenzollerngrube, O.-Schl. sich im Betriebe befindet. Der Antriebsmotor ist ein 50-pferdiger Drehstrommotor. Figur 5 zeigt den Einbau dieser letzteren Maschine sammt der Anordnung der Schächte und der Geleise. Diese Streckenförderung ist seit Mai 1897 im Betrieb und kostet die Förderung pro *tkm* 3—4 Pfennige gegen 10—12 Pfennige beim früheren Pferdebetrieb. Zum Anlassen der Motoren dient ein gewöhnlicher Anlasswiderstand, da eine Umkehrung der Drehrichtung des Motors aus dem Grunde unnöthig ist, weil das Seil oder die Kette immer in der gleichen Richtung umläuft. Um jedoch die Möglichkeit zu haben, eine Umkehrung der Drehrichtung des Motors herbeizuführen, befindet sich auf dem Schaltbrette ein zweipoliger Umschalter. Erwähnenswert ist noch die in Fig. 4 dargestellte Anordnung, bei welcher ein- und derselbe Hebel eine Backenbremse, die auf der Vorgelegewelle sitzt, sammt dem Anlasswiderstand bethätigt. Die Maschine kann infolge dessen durch einen einzigen Handgriff abgestellt werden; und zwar bethätigt man zunächst den Anlasswiderstand und einen Ausschalter und hierauf die Backenbremse.

Die Förderhaspel dienen der Förderung in Schächten und in sehr stark einfallenden Hauptstrecken. Diese Haspeln sind im allgemeinen bedeutend größer als die Fallorthaspeln. Die Anlasswiderstände erscheinen besonders ausgebildet und ermöglichen, die Geschwindigkeit beim An-

fahren allmählich zu steigern, sowie ein genaues Anhalten des Motors. Die Widerstände besitzen meist Kohlenkontakte. Figur 6 veranschaulicht eine Förderhaspel der Lydenburg Gold Mining Estate in Südafrika. Der Antrieb erfolgt durch einen 35-pferdigen Drehstrommotor, der mit einer Betriebsspannung von 500 Volt läuft. Diese Haspel dient zum Transporte von mit Golderz gefüllten Wagen auf einer geneigten Ebene. Beide Trommeln können vom Führerstande aus durch einen einzigen Handgriff nach Bedarf mit der Welle gekuppelt werden. Es sind hiefür zwei besondere Hebel vorhanden. An einem besonderen Steuerbock ist ein Hebel angeordnet, mit dessen Hilfe nacheinander der Wende-

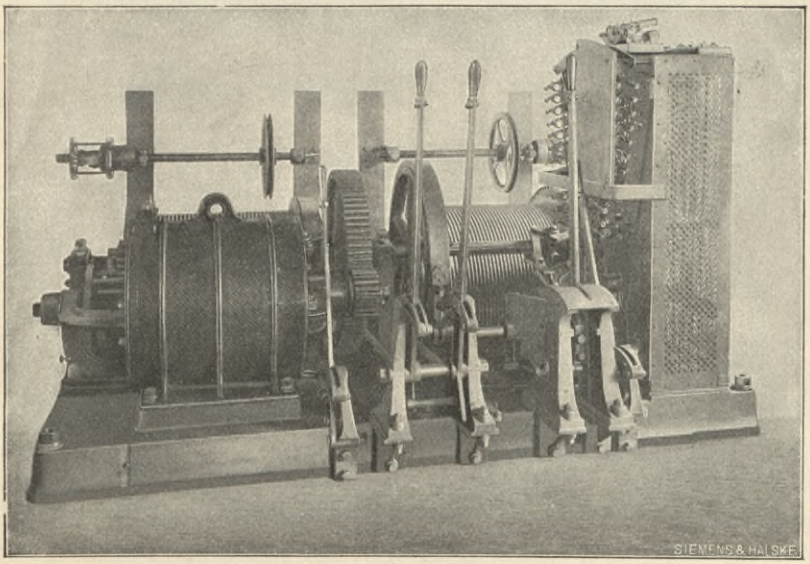


Fig. 6. Förderhaspel.

anlasser und die Manövrierbremse bedient werden. Bei manchen derartigen Haspeln ist außer einer Manövrierbremse auf der Vorgelegewelle, noch eine Sicherheitsbremse vorhanden, die auf der Fördertrommel sitzt. Diese Bremse dient dazu, die Haspel bei Gefahr schnell zum Stillstand zu bringen und außerdem dazu, dieselbe am Ende der Schicht festzustellen. Fig. 7 zeigt eine Haspel der Zeche Courl in Westphalen, die dadurch bemerkenswert ist, weil sie entsprechend der Schlagwettergefahr in dieser Grube konstruiert ist. Da sich die selbstthätige Gegenschaltung als Anlassvorrichtung in diesem Falle wegen der größeren Leistung des Motors nicht anwenden ließ, musste ein Anlasswiderstand Verwendung finden, der mittels Schleifringen an den rotierenden Theil

angeschlossen wird. Die Schleifringe und der Wendeanlasser, an denen Funken auftreten können, erforderten eine besondere Konstruktion. Jeder der Schleifringe besitzt zwei Bürsten, durch welche Einrichtung eine Stromunterbrechung an einem Schleifringe und die damit verbundene Funkenbildung möglichst hintangehalten wird. Der rotierende Theil des Motors läuft in einem gasdicht schließenden Gehäuse und der Wendeanlasser ist ebenfalls hermetisch verschlossen. Die letzten beiden Einrichtungen bezwecken, die etwa auftretenden Funken von der Verbindung mit der äußeren Luft zu bewahren. Das Material der

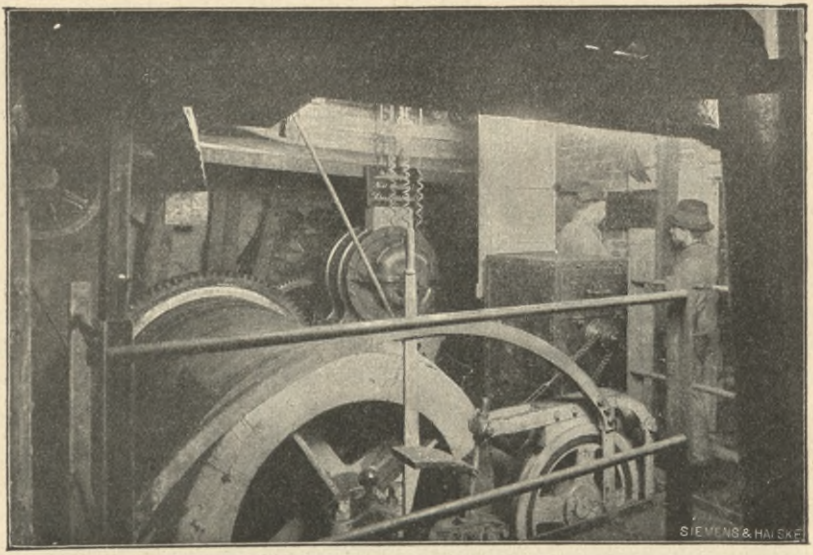


Fig. 7. Haspel.

Widerstände besteht aus einzelnen Blechpaketen von großer Wärmekapacität, die ein Glühendwerden des Widerstandes bis zur Weißglut oder selbst bis zur Rothglut verhindern.

Nachdem sich die Haspel bei der Materialförderung vortrefflich bewährt hatte, gieng man daran, dieselbe auch zur Personenfahrt zu verwenden. Gewöhnlich ist die Haspel seitlich vom Schachte angeordnet. Zu erwähnen wäre die Anordnung der Haspel unmittelbar über dem Schachte beim neuen Heinrichsschacht der von Arnim'schen Steinkohlenwerke in Planitz bei Zwickau. Die Schachttiefe beträgt etwa 100 *m*. Der Vortheil dieser Anordnung liegt in dem Umstande, dass das Seil dadurch einer geringeren Abnützung unterworfen ist, dass dasselbe von den Fördertrommeln senkrecht nach unten läuft und infolge dessen

nicht durch das Laufen über eine Seilscheibe gebogen wird. Diese Anordnung empfiehlt sich bei Schächten von geringer Tiefe. Bei der Förderung durch elektrisch betriebene Haspel hat die Praxis ergeben, dass der elektrische Betrieb nur etwa den dritten Theil Kohlenmengen braucht, den der Antrieb mittels Dampf oder Druckluft erfordert. Auch der Ölverbrauch und der Verschleiß ist beim elektrischen Antriebe geringer. Dadurch, dass die Motoren eine bedeutende Überlastung zulassen, dieselben können vorübergehend mit dem Doppelten der normalen Leistung beansprucht werden, kann man die nöthige Beschleunigungsarbeit in wenigen Sekunden verrichten, so dass sich die durchschnittliche Fördergeschwindigkeit erhöht und dadurch die Zahl der pro Stunde möglichen Fahrten. Der Maschinist kann auf 1 *cm* genau fahren und kann auch um 1 *cm* aus der Ruhelage senken oder anheben. Die Manövrierfähigkeit des elektrischen Betriebes erweisen diese Thatsachen völlig. Die Bedienung der Haspel ist eine sehr einfache, die Anordnung eine sehr übersichtliche, die Betriebssicherheit die denkbar größte.

III. Kapitel.

Ventilatoren.

10. Allgemeines. Die im Bergbau verwendeten Ventilatoren dienen dazu, Theile einer Grube oder ganze Gruben mit frischer Luft zu versorgen. Zu ersterem Zwecke, der sogenannten Separatbewetterung, dienen kleine Ventilatoren, zu letzterem Zwecke, der sogenannten Hauptbewetterung, große Ventilatoren. Die kleinen Ventilatoren können stationär oder transportabel aufgestellt werden. Ihre Aufstellung erfolgt stationär, wenn sie dazu dienen, Nebenstrecken, die außerhalb des Hauptwetterstromes liegen, mit frischer Luft zu versorgen. Dienen sie dazu, die bei Sprengschüssen auftretenden Gase rasch abzusaugen, dann werden sie transportal aufgestellt. Die kleinen Ventilatoren sind mit den Elektromotoren zumeist unmittelbar gekuppelt.

11. Ventilator-Konstruktionen. Einen solchen Ventilator zeigt die Figur 8. Der Antrieb des Ventilators kann von seiten des Motors auch mit Hilfe eines Riementriebes erfolgen. Dort, wo Bohrmaschinen verwendet werden, kann der Bohrmaschinenmotor zum Antriebe des Ventilators, nach Beendigung der Sprengarbeit, dienen. Der transportabel eingerichtete Bohrmaschinenmotor treibt dann mittels einer flexiblen Welle und einer Riemenübersetzung den Ventilator. Auf den meisten großen Gruben werden eigene Wetterschächte angeordnet, durch

welche die verbrauchten Wetter abgesaugt werden. Die Wegschaffung dieser Wetter besorgen die großen Ventilatoren. Auch diese Ventilatoren werden zweckmäßig elektrisch angetrieben. Die Figur 9 stellt die Ventilatoranlage der Gewerkschaft „Glückauf“ in Sondershausen dar. Der Antriebsmotor ist ein Drehstrommotor, der mit einer Spannung von 500 Volt lauft. Der Ventilator benöthigt 100 *PS.*

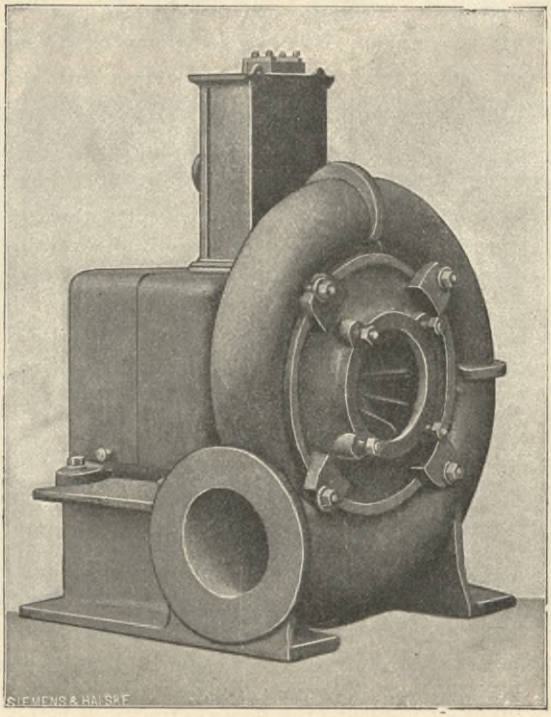


Fig. 8. Ventilator.

Die Leistung des Ventilators muss eine steigerbare sein. Für den Fall, als die von diesem Ventilator bewetterte Grube nicht in Gefahr ist, erhöhte Ventilatorleistungen infolge auftretender, schlagender Wetter zu fordern, muss doch eine Einrichtung getroffen werden, um eine Steigerung der Umlaufszahl des Ventilators herbeizuführen, nachdem im Laufe der Zeit der Betrieb der Grube an Umfang zunimmt, wodurch eine stärkere Leistung des Ventilators benöthigt wird. Bei dem in der Figur 9 dargestellten Ventilator erfolgt die Veränderung der Umlaufszahl durch Änderung der Riemenscheiben auf Motor und Ventilator. Aus diesem Grunde wird auch der Ventilator vom Motor nicht unmittelbar, sondern

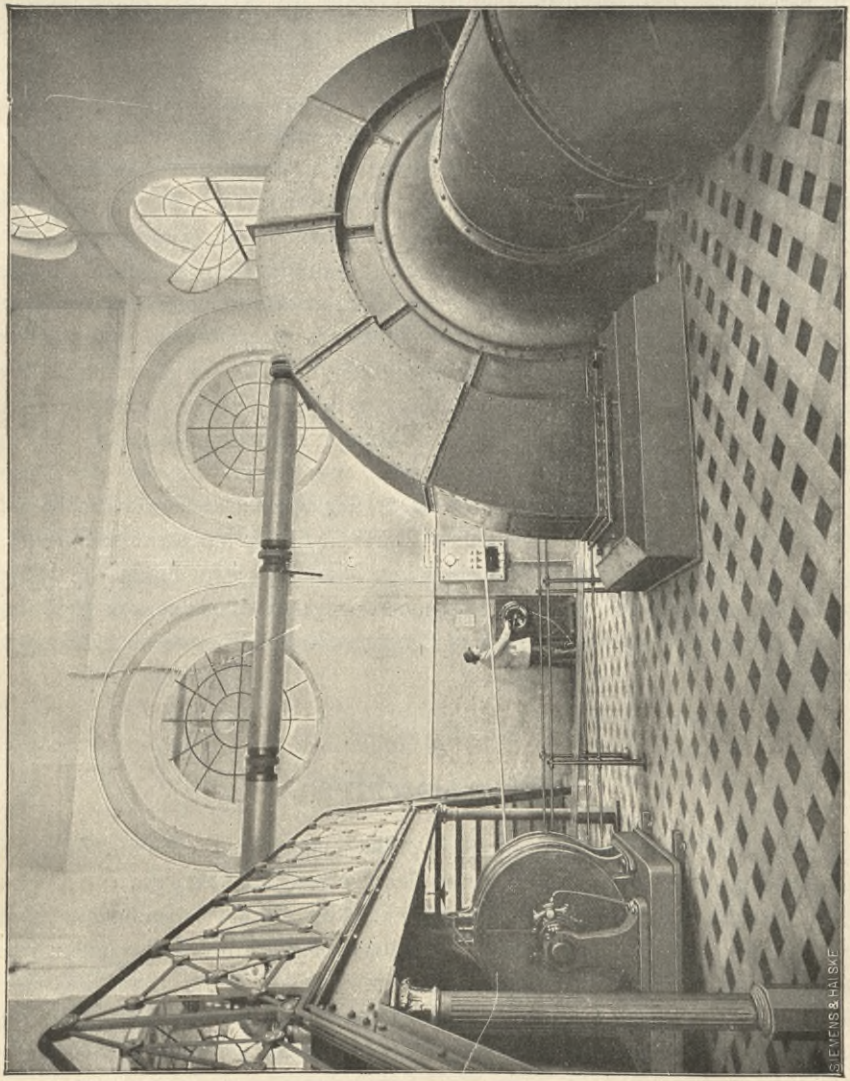


Fig. 9. Ventilatoranlage.

mittels Riementriebes angetrieben. Bei Kohlengruben, die der Gefahr schlagender Wetter ausgesetzt sind, muss man Vorsorge treffen, dass die Leistung des Ventilators, demnach seine Umdrehungszahl plötzlich erhöht werden kann. Nachdem der Antriebsmotor ein Drehstrommotor ist, muss für eine besondere Art der Regulierung seiner Umdrehungszahl gesorgt werden. Bei größeren Anlagen erfolgt dieselbe dadurch, dass der Motor einen eigenen Generator erhält. Durch Änderung der Umdrehungszahl des Generators ändert man die Periodenzahl der erzeugten

Wechselströme und dadurch die Umlaufszahl des Motors. Bei kleineren Ventilatoren kann dieses Mittel der Regulierung der Umlaufszahl nicht verwendet werden und man muss hier mit einer konstanten Periodenzahl rechnen. Nachdem das Auswechseln der Riemenscheiben zu viel Zeit erfordern würde, werden Stufenscheiben angebracht. Eine andere Methode der Regulierung der Leistung des Ventilators besteht darin, denselben für die größte erforderliche Wettermenge zu bauen und gewöhnlich soviel Luft abzudrosseln, dass nur das normale Quantum Luftmenge gefördert wird. Der Kraftbedarf des Ventilators sinkt mit der Abdrosselung der Wettermenge, wenn auch nicht proportional der Verringerung derselben. Dort, wo der Ventilator unmittelbar vom Motor angetrieben wird, vermeidet man eine etwaige Kuppelung zweier Wellen dadurch, dass der Anker des Motors mit den Ventilatorflügeln nur durch eine verhältnismäßig kurze Welle verbunden werden, die in zwei auf einer gemeinsamen Grundplatte montierten Lagern mit Ringschmierung läuft. Es liegen also sowohl der Anker als auch die Ventilatorflügel frei. Ein ganz besonderer Vortheil dieser Konstruktion besteht darin, dass die Demontage einer solchen Maschine sehr leicht ist. Eine solche Anlage wurde von dem Wiener Werk der Siemens & Halske A.-G. auf der Gabrielen-Zeche des Erzherzoglichen Bergamtes zu Karwin errichtet.

IV. Kapitel.

Fördermaschinen.

12. Allgemeines. Von allen Arbeitsmaschinen, die im Bergbau Verwendung finden, besitzen die großen Schachtfördermaschinen noch am seltensten elektrischen Antrieb. Für diese Thatsache sind zwei wesentliche Gründe anzuführen. Erstens stellen die Fördermaschinen an die Antriebsmotoren besondere Anforderungen, deren Erfüllung nicht ohne ein reiches Erfahrungsmaterial möglich ist. Zweitens ist die Anbringung einer Reserve bei Fördermaschinen sehr schwierig, so dass der elektrische Antrieb erst dann in Anwendung zu bringen war, bis er seine völlige Betriebssicherheit erwiesen hatte. Die meisten Fördermaschinen liegen in der Nähe des Kesselhauses, so dass wegen der Kürze der nöthigen Dampfleitung, kein Bedürfnis nach einem elektrischen Antriebe besteht. Elektrisch angetriebene Fördermaschinen wurden darum zuerst auf Nebenschächten und blinden Schächten verwendet, welche vom Kesselhause entfernt liegen. Die Dampffördermaschinen beanspruchen ungemein viel Dampf infolge der besonderen Art dieses Betriebes. Der Kraftbedarf ist ein stark wechselnder. Die stoßweise

auftretenden Auspuffmengen verhindern die Verwendung eines Kondensators, außer in dem Falle, in welchem eine große Central-Kondensation zur Verfügung steht. Die Vortheile der Mehrfachexpansion des Dampfes in mehreren Cylindern können nicht in dem Maße ausgenutzt werden wie bei anderen mehrcylindrigen Dampfmaschinen. Zu dem Zwecke, das System rasch zu beschleunigen, muss der Maschinist mit voller Füllung anfahren. Nach etwa 12—20 Umdrehungen ist die Fahrt beendet und das ganze bewegte System abgebremst oder durch Gegendampf zum Stillstand gebracht worden. Infolge all' dieser Umstände ist der Kohlenverbrauch einer solchen Anlage ein sehr großer. Bei Anwendung des elektrischen Antriebes sinkt derselbe nach den gemachten Erfahrungen auf die Hälfte dieses Betrages und es besteht kein Zweifel, dass die Ersparnis noch weiter getrieben werden kann, wenn die Dampfmaschinenanlage nach allen Erfahrungen der Neuzeit gebaut wird.

13. Schachtfördermaschinen. Wir wollen nun in eine nähere Beschreibung elektrisch angetriebener Schachtfördermaschinen eingehen. Eine solche Anlage muss die weitgehendste Betriebssicherheit in sich schließen, nachdem diese Fördermaschinen nicht nur dem Transporte des gewonnenen Materials, sondern auch dem der Belegschaft dienen muss. Besonders sind es drei Bedingungen, die beim Betriebe erfüllt werden müssen. Erstens, darf die maximal zulässige Fördergeschwindigkeit nicht überschritten werden, zweitens darf die Förderschale nicht zu schnell und plötzlich an der Hängebank anlangen, und drittens darf die Förderschale nicht über die Hängebank hinausfahren. Der ersten Bedingung wird durch den elektrischen Antrieb vollständig genügt, denn die Umlaufszahl des Motors ist leicht festzustellen; sie hängt bekanntlich beim Gleichstrommotor von der Spannung, beim Drehstrommotor von der Periodenzahl des zugeführten Stromes ab. Ein Durchgehen des Motors ist auch in dem Falle ausgeschlossen, wenn durch Einhängen von Material die Förderschale stark belastet wird, denn in dem Augenblicke in dem infolge dieses Umstandes der Motor mit übernormaler Geschwindigkeit lauft, wirkt er als Dynamomaschine und übt infolge dessen eine stark bremsende Wirkung aus. Der zweiten und dritten oben angeführten Bedingung wird durch Anbringung besonderer weiter unten beschriebener Apparate genügt.

Der Maschinist muss ferner mit Hilfe weniger, einfacher Handgriffe die Maschine vollständig beherrschen und nach Bedarf langsam oder schnell immer aber stoßfrei anfahren oder anhalten. Dieser Bedingung kann beim elektrischen Antrieb viel leichter als beim Dampfbetrieb entsprochen werden, weil beim Dampfbetrieb an der Maschine immer hin-

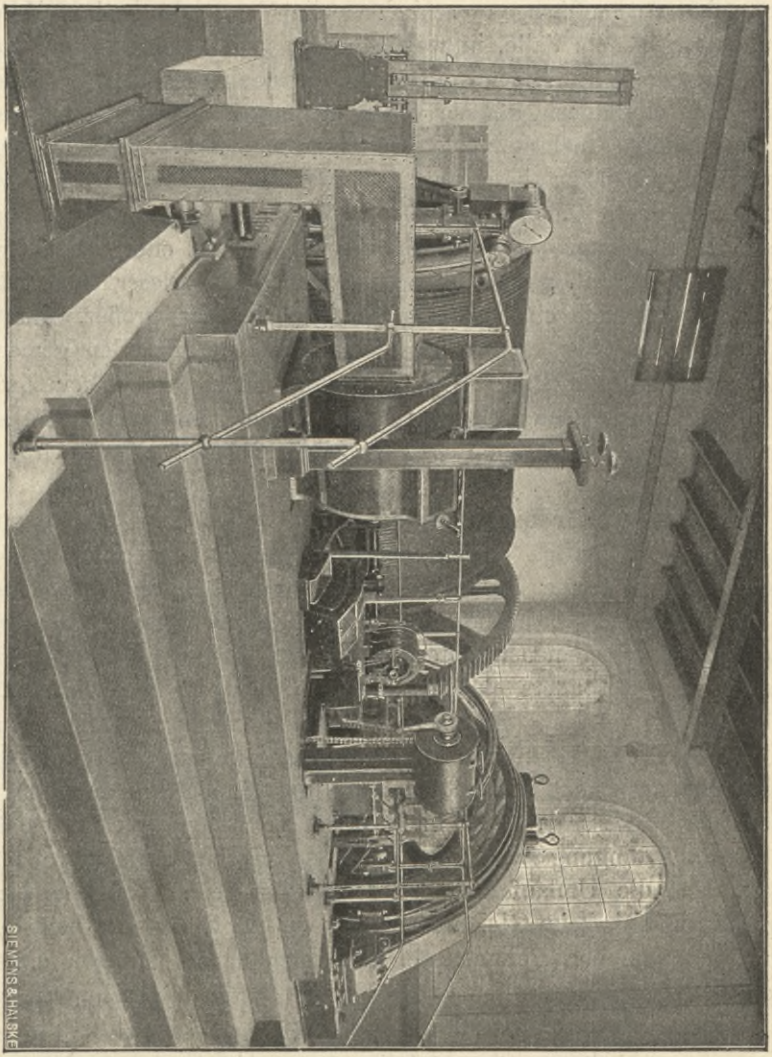


Fig. 10. Schachtfördermaschine.

und hergehende Theile vorhanden sind, während beim elektrischen Antrieb nur rotierende Massen vorkommen. Die Erfahrung hat auch gezeigt, dass die Manövrierfähigkeit elektrisch angetriebener Fördermaschinen eine ungemein große ist. Mindestens drei Hauptgeschwindigkeiten müssen einstellbar sein, nämlich die Fördergeschwindigkeit des Materials, die kleinere zur Förderung der Belegschaft und die kleinste, etwa 0·2 *m* in einer Sekunde betragende, der Seilrevision dienende Geschwindigkeit.

In den erzherzoglichen Gruben in Karwin in Österreich-Schlesien sind zwei große elektrisch angetriebene Schachtfördermaschinen in Ver-

wendung und zwar eine auf dem Hohenegger- und die andere auf dem etwa 9 *km* entfernt liegenden Erzherzog Albrecht-Schacht. Die Fördermaschine auf dem Hohenegger-Schacht dient nur zur Materialförderung. Die Schachttiefe beträgt 260 *m*, die größte Fördergeschwindigkeit 4 *m* und die größte zu hebende Nutzlast 1400 *kg*. Mit jedem Zug werden zwei Förderwagen gleichzeitig gefördert. Der Antriebsmotor ist ein 170-pferdiger Drehstrommotor, der die Fördermaschine mittels eines einfachen Vorgeleges antreibt. Der Motor macht 150 Umdrehungen in der Minute. Zum Anlassen des Motors dient ein in den rotierenden Theil des Motors eingeschalteter Anlasswiderstand, zum Umschalten ein Umschalter, der vom Anlasswiderstand getrennt ist. An der Fördermaschine befindet sich eine Fußtrittbremse, welche als Backenbremse ausgebildet ist und unmittelbar auf die Trommelwelle wirkt. Wenn die Förderschale über die Hängebank hinausfährt, wird vom Tiefenzeiger ein Gewicht ausgelöst, welches sowohl die Bremse selbstthätig zum Einfallen bringt als auch den Motor mit Hilfe eines besonderen Ausschalters abstellt. Da einerseits die zum Antrieb des Drehstromgenerators dienende Dampfmaschine einen sehr sicher wirkenden Achsen-Regulator besitzt und andererseits die Erregung des Generators durch eine besondere kleine Dampfdynamo erfolgt, geht die Spannung beim Anlassen der Fördermaschine, bei dem plötzlich mindestens 200 *PS* eingeschaltet werden, nur von etwa 580 Volt auf etwa 540 Volt zurück.

Die auf dem Erzherzog Albrecht-Schacht aufgestellte Maschine, welche in der Figur 10 dargestellt ist, dient sowohl zur Last als auch zur Personenförderung. Die größte Fördergeschwindigkeit beträgt 4·5 *m*, die Schachttiefe 225 *m*, die Zahl der gleichzeitig geförderten Wagen 4, die Nutzlast für einen Zug etwa 2800 *kg*, der Durchmesser der Trommeln 3·5 *m*, die Breite der Trommeln 1·4 *m*, die Umlaufszahl des Drehstrommotors 150 in einer Minute. Der Motor ist so stark, dass er die beladene nicht entlastete Förderschale anheben kann, entsprechend einer Last, bestehend aus Förderschale, Förderwagen und Nutzlast abzüglich Seilgewicht. Der Antrieb erfolgt mit Hilfe eines einfachen Zahnradvorgeleges. Das auf der Motorwelle befindliche Zahnrad sitzt zwischen zwei Lagern. Die drei Motorlager haben sehr niedrige Lagerböcke. Die Lagerung ist infolge dessen sehr solid, das Geräuch des Vorgeleges verschwindend klein. Das große Zahnrad besteht aus Stahlguss, das kleine Zahnrad aus Bronze. Wie bei der Fördermaschine auf dem Hohenegger-Schacht, befindet sich auch bei diesem Motor ein Anlasser und ein von diesem getrennter Umschalter.

Interessant sind die bei dieser Fördermaschine mit Rücksicht auf die Personenfahrt angebrachten Sicherheitsvorrichtungen. Zunächst

befinden sich auf jeder Trommel zwei Bremsen, welche vom Maschinisten durch einen Fußtritt bethätigt werden. Gewöhnlich werden bloß die Bremsen einer Trommel benützt, die beiden anderen dienen als Reserve. Ferner sitzt auch auf der Motorwelle eine Bremse, die gleichzeitig mit einer auf die Trommelwelle wirkende Bremse angezogen wird. Auf diese Weise erreicht man, dass das Zahnradvorgelege gegen Stöße, die beim schnellen Bremsen großer Lasten auftreten können, geschützt ist. An dem Tiefenzeiger sitzt ein besonderer Apparat, der in dem Augenblicke, in dem die Förderschale einige Meter unter der Hängebank sich befindet, den Hebel des Anlasswiderstandes in die Nullstellung schiebt. Eine am Tiefenzeiger angebrachte Knagge löst, wenn die Förderschale über die Hängebank hinausfährt, ein schweres Gewicht aus, welches die Sicherheitsbremse bethätigt und gleichzeitig mit Hilfe eines besonderen dreipoligen Auschalters den Motor abschaltet. Sollte der Strom plötzlich fortbleiben, dann wird dadurch ein kleiner Drehstrommagnet stromlos und löst dadurch ein Hilfsgewicht aus, das ebenfalls die Sicherheitsbremse bethätigt.

Für den Fall als die Fördermaschine nicht weit von der Centralstation entfernt ist und auch andere Gründe nicht für die Verwendung von Drehstrom sprechen, kann zum Betriebe der Fördermaschinen auch Gleichstrom verwendet werden. Als Beispiel einer solchen Anlage diene eine Förderanlage der A.-G. Thiederhall in Thiede bei Braunschweig. Bei dieser Anlage beträgt die Nutzlast 800 *kg*, das Gewicht der Förderwagen 400 *kg*, das der Förderschale 800 *kg*. Die Gesammtförderung in einer 8-stündigen Schicht beträgt 200 *t*, die Zahl der Aufzüge in 1 Stunde 32, die Seilgeschwindigkeit bei der Lastförderung 6 *m* in der Sekunde, bei Menschenfahrt 3 *m* in der Sekunde, bei Revisionen des Seiles höchstens 0·3 *m*. Die Schachttiefe beträgt 200 *m*. Der Schacht ist ein blinder Schacht, so dass die Fördermaschine unter Tage aufgestellt werden musste. Diese Maschine fördert von der 500 *m* tiefen Sohle auf die 300 m tiefe. Von dieser Sohle fördert eine Dampffördermaschine zu Tage. Der Gleichstrom, der den Motor treibt, arbeitet mit einer Spannung von normal 500 Volt. Ein besonderer Vortheil dieses Betriebssystems liegt darin, dass eine Akkumulatorenbatterie als Pufferbatterie verwendet werden kann, welche sich bei den vorhandenen starken Belastungsschwankungen als besonders vortheilhaft erweist. Die Dampfmaschine ist infolge dessen annähernd gleich belastet und verbraucht darum weniger Dampf als bei der gewöhnlich schwankenden Belastung. Der Elektromotor macht 70 Umdrehungen in einer Minute und ist mit der Trommelwelle unmittelbar gekuppelt. Figur 11 zeigt eine Gesammtdisposition der Anlage, Figur 12 die Fördermaschine. Die Trommelwelle wird von 2 Gleichstrom-Neben-

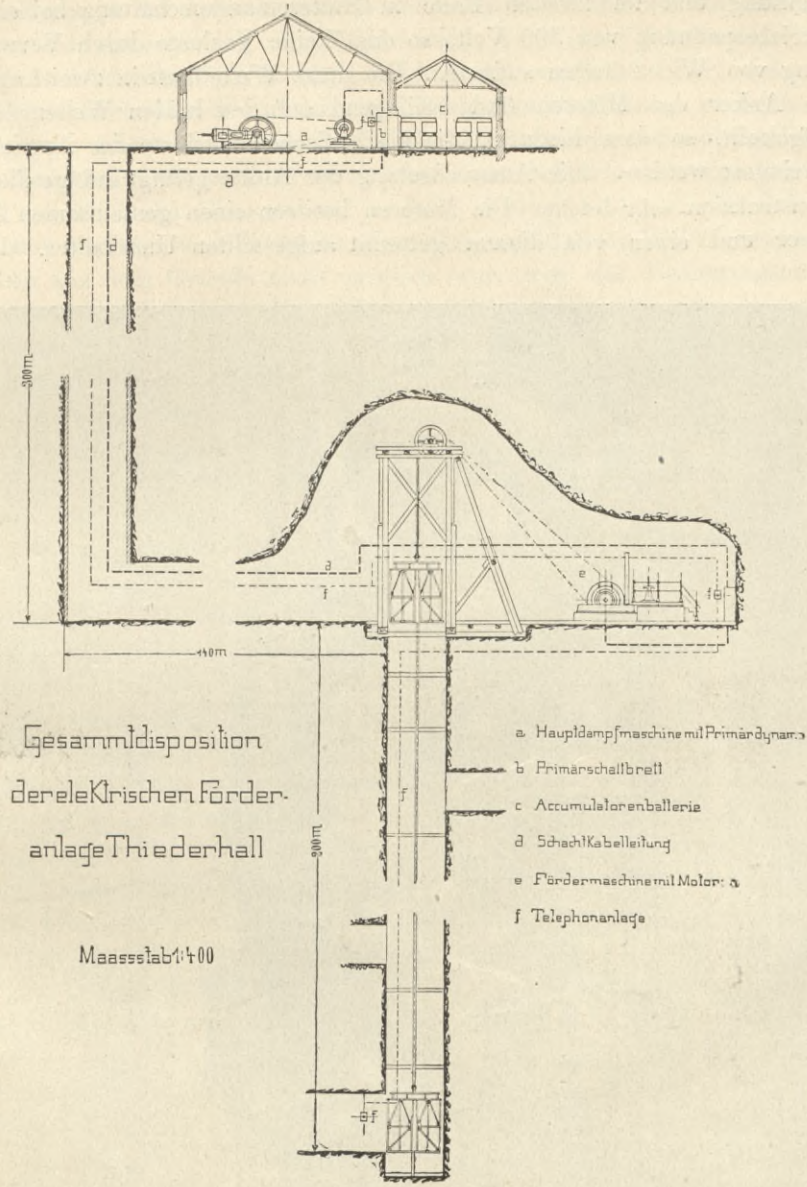


Fig. 11.

schlussmotoren angetrieben, die für eine größte Leistung von 150 *PS* gebaut sind. Um die Fahrgeschwindigkeiten von 6 und 3 *m* in einer Sekunde zu erhalten, arbeiten die Motoren im ersten Falle in Parallel-

schaltung und im zweiten Falle in Hintereinanderschaltung bei einer Betriebsspannung von 500 Volt, so dass keine Verluste durch Verwendung von Widerständen auftreten. Die ganze Welle lauft in zwei Lagen, die Anker der Motoren sind freiliegend auf den beiden Wellenenden aufgekeilt, so dass hiedurch die mechanischen Verluste des Antriebes verringert werden. Die Auswechselung der Anker gelingt infolge dieser Konstruktion sehr leicht. Die Motoren besitzen einen gemeinsamen Anlasser und einen von diesem getrennt aufgestellten Umschalter. Der

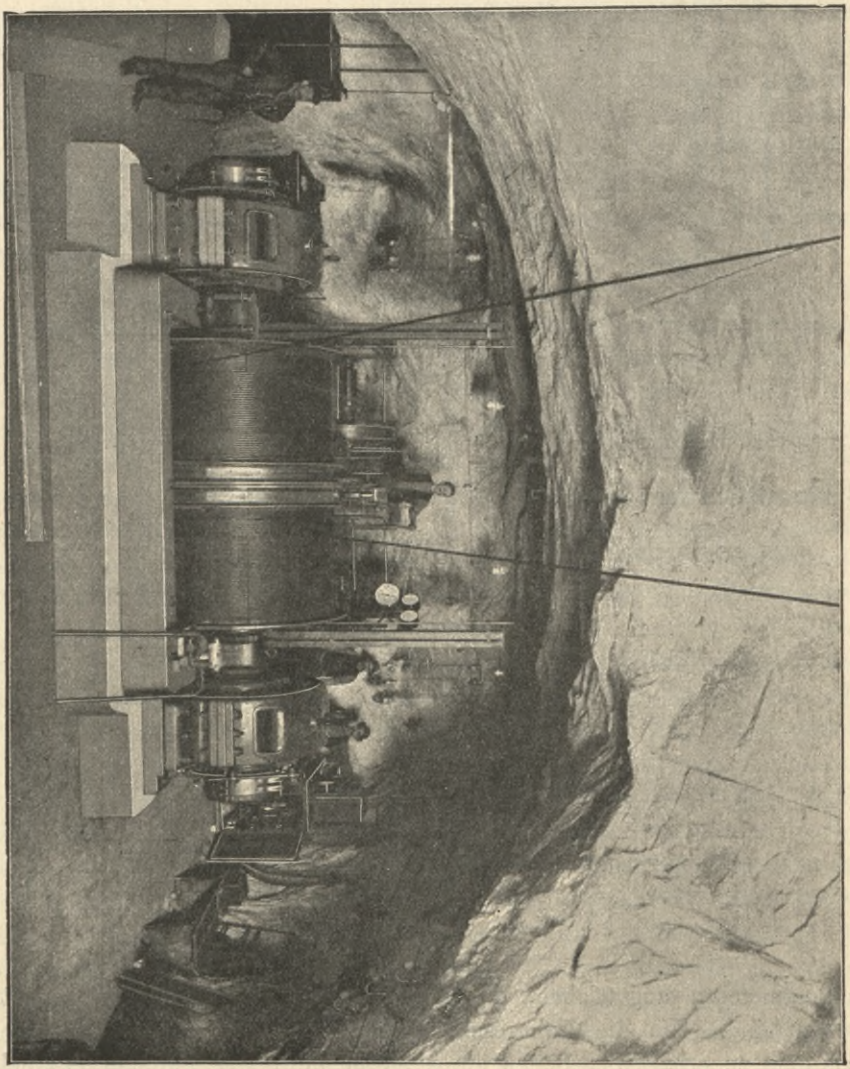


Fig. 12. Schachtfördermaschine.

Schaltapparat des Anlassers besitzt außer den Kontakten zur allmählichen Ein- und Ausschaltung der Widerstände noch eine Schaltwalze, mit Hilfe welcher die Motoren auch so geschaltet werden können, dass sie als Dynamomaschinen wirkend, auf Widerstände arbeiten, wodurch sie elektrisch gebremst werden. Mit Hilfe einer besonderen Schaltung kann die Seilgeschwindigkeit auf 0·113 *m* in einer Sekunde ermäßigt werden und mit Hilfe der Bremsen auf 4—5 *cm* in einer Sekunde. Der Schaltapparat besitzt soviele Kontakte, dass eine unmittelbare Bethätigung desselben aus dem Grunde nicht möglich war, weil der Bedienungshebel über einen zu großen Drehwinkel hätte bewegt werden müssen. Aus diesem Grunde ist der Bedienungshebel an einem besonderen Steuerbock angebracht. Dem gegenüber steht ein zweiter Steuerbock mit dem Hebel für den Umschalter. Die Übertragung der Bewegung auf die Welle des Anlassapparates erfolgt mit Hilfe einer Zahnradübersetzung. Die Maschine besitzt eine Manövrier- und eine Sicherheitsbremse. Beide sind als Backenbremsen ausgebildet. Die Manövrierbremse bethätigt der Maschinist entweder durch einen Fußtritt unmittelbar oder mittelbar auf hydraulischem Wege. Das Druckwasser liefert eine kleine Pumpe, die von der Trommelwelle mit Hilfe eines Excenters angetrieben wird. Die Sicherheitsbremse ist eine Gewichtsbremse, deren Auslösung in der schon beschriebenen Weise erfolgt. Der Maschinist ist jedoch in der Lage, mittels eines kleinen Hebels das Gewicht der Bremse auszulösen. Die anderen Sicherheitsvorrichtungen sind die gleichen wie sie schon früher beschrieben wurden. Sobald die Förderschale etwa 20 *m* unter der Hängebank angelangt ist, ertönen Signalglocken, die an jedem Tiefenzeiger angebracht sind. In der unmittelbaren Nähe des Maschinisten steht ein Tachograph, der die jeweilige Geschwindigkeit anzeigt. Außerdem zeichnet dieser Apparat jeden Zug graphisch auf. Ferner steht noch in der Nähe des Maschinisten ein Stativ, an dem ein Strom- und ein Spannungszeiger angebracht sind, so dass der Maschinist beständig Stromverbrauch und Spannung kontrollieren kann. Während die Dynamomaschine für eine Normalleistung von 60 *PS* gebaut ist, arbeiten die Motoren mit maximal 300 *PS*. Die gesammten Belastungsschwankungen werden von der Akkumulatorenbatterie ausgeglichen. Die Akkumulatorenbatterie schließt noch den Vortheil in sich, dass man auch zu Zeiten fördern kann, wenn die Dampfanlage nicht zur Verfügung steht. Ebenso kann auch bei Stillstand der Dynamomaschine die Batterie die Beleuchtung übernehmen. Wenn durch Einhängen von Lasten die Fördermaschine Arbeit leistet, dann wird ein großer Theil dieser Arbeit an die Batterie abgegeben. Man braucht also in diesem Falle die Bremse nicht zu bethätigen, da die Batterie die Fördergeschwindigkeit begrenzt

Die Bedienung der Maschine ist nach dem vorstehend Gesagten sehr einfach und rasch. So dauert die ganze Beschleunigungsperiode nur 2—3 Sekunden. Während die Anlage bloß für eine garantierte Leistung von 32 Zügen in einer Stunde gebaut ist, war sie doch bei Versuchen imstande, in einer Stunde 81 Wagen zu fördern.

V. Kapitel.

Grubentelephone und Signale.

14. Allgemeines. Neben der Starkstromelektrotechnik findet auch die Schwachstromelektrotechnik im Bergbau reichliche Anwendung, besonders für die Zwecke der Telephonie und des Signalwesens. Die Grubentelephone dienen der unmittelbaren, mündlichen Verständigung zwischen den einzelnen Arbeitsstellen. Die Signalapparate, welche sowohl akustische als auch optische sind, verfolgen den Zweck, Befehle und Weisungen behufs vorzunehmender Manöver zu übermitteln.

15. Apparate. Die von der Siemens & Halske A.-G. gebauten Telephone und Signalapparate sind so eingerichtet, dass sie auch von Starkstromquellen bethätigt werden können, so dass eine besondere Schwachstromquelle unnöthig ist. Die Apparate müssen sehr widerstandsfähig gebaut sein, da dieselben in der feuchten und durch Staub verunreinigten Grubenatmosphäre arbeiten müssen, und schädlichen Einflüssen chemischer und mechanischer Natur ausgesetzt sind. Die Übertragung mit Hilfe der Apparate muss eine möglichst kräftige und zuverlässige sein. Das Telephonnetz verbindet mit einander die Bureaux mehrerer Beamten, die einzelnen Maschinenhäuser, die oberirdische Wasserhaltung, die elektrische Centrale, die Kompressoren, die Presswasserpumpen, die Fördermaschine, die Hängebank, die einzelnen Sohlen, die unterirdischen Maschinenhäuser und einzelne Punkte der Strecken. In den Figuren 13 und 14 sind zwei Typen von Telephonapparaten dargestellt. Um die Apparate vor Staub und Feuchtigkeit zu schützen, sind die Gehäuse vollkommen gas- und wasserdicht geschlossen. Zum Zwecke der Revision der Apparate kann die vordere Wand derselben zurückgeklappt werden. Um die Membrane besonders zu schützen, wird der Sprech- und auch der Hörtrichter (Figur 13), solange der Apparat nicht benutzt wird, mittels eines mit einem Gummiringe versehenen Stöpsels verschlossen. Das in Figur 13 dargestellte Telephon besitzt ein separates Sprach- und separates Hörrohr. Die Apparate sind so empfindlich, dass das übertragene Gespräch bis auf 6 *m* Entfernung vom Apparate gut

hörbar ist. Wenn der Apparat in einem Raume Aufstellung findet, in dem geräuschvoll arbeitende Maschinen sich befinden, dann wird der in Figur 14 dargestellte Apparat verwendet. Dieser Apparat besitzt 2 besondere Hörrohre, welche um Charniere bewegt werden können. Unterhalb der Apparate wird ein Linienwähler angeordnet, der eine Anzahl Drucktasten besitzt. Um das Gespräch nach einer bestimmten Station zu richten, wird diejenige Taste niedergedrückt, welche die zugehörige Leitung einschaltet.

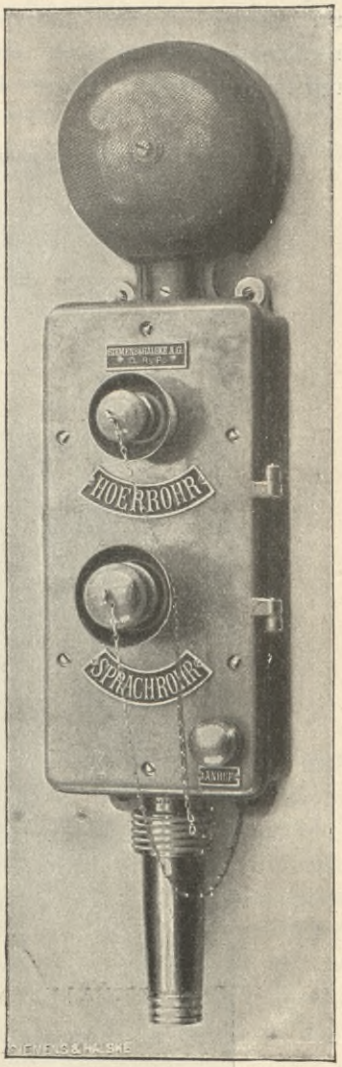


Fig. 13. Grubentelephon.

Im Bergbau ist es üblich, Signale in Form von Glocken-Schlägen zu übermitteln. Zu diesem Zwecke dienen Wecker, welche sowohl für Gleichstrom als auch für Wechselstrom konstruiert werden. Gleichstromwecker werden mittels Batterie- oder Maschinenstrom bethätigt, Wechselstromwecker mit Hilfe von Grubeninduktoren. Bei denjenigen Induktoren, die dazu dienen, scharf begrenzte Signale zu geben, stößt die Kurbel bei ihrer Bewegung an zwei Anschläge. Diese Anschläge fehlen bei denjenigen Induktoren, mit deren Hilfe lang andauernde Signale übermittelt werden. Die Konstruktion der Grubeninduktoren ist die bekannte, nämlich ein Siemens'scher Doppel-*T*-Anker, der sich zwischen den Polen von Hufeisenmagneten bewegt. Das Verändern der Signale wird durch diese Grubeninduktoren und dadurch erzielt, dass die Apparate eine verschiedene Zahl von Glocken erhalten, die überdies eine verschiedene Form und somit eine verschiedene Klangfarbe erhalten. Die Anwendung derartiger Signale im Bergbau ist eine sehr mannigfaltige. Die Bethätigung der Apparate erfolgt nicht nur durch Druckknöpfe, Tasten oder anders geartete Kontaktapparate, sondern auch dadurch, dass

auf der Strecke die beiden blanken Leitungen durch einen metallischen Gegenstand verbunden werden. In allgemeiner Verwendung bei den Telephonen, den Druckknöpfen und den Weckern ist der Membrangrundsatz, welcher die arbeitenden Theile des Apparates hermetisch einschließt, und dadurch eine Zündung schlagender Wetter durch Funken verhindert. Figur 15 zeigt einen Schnitt durch einen solchen

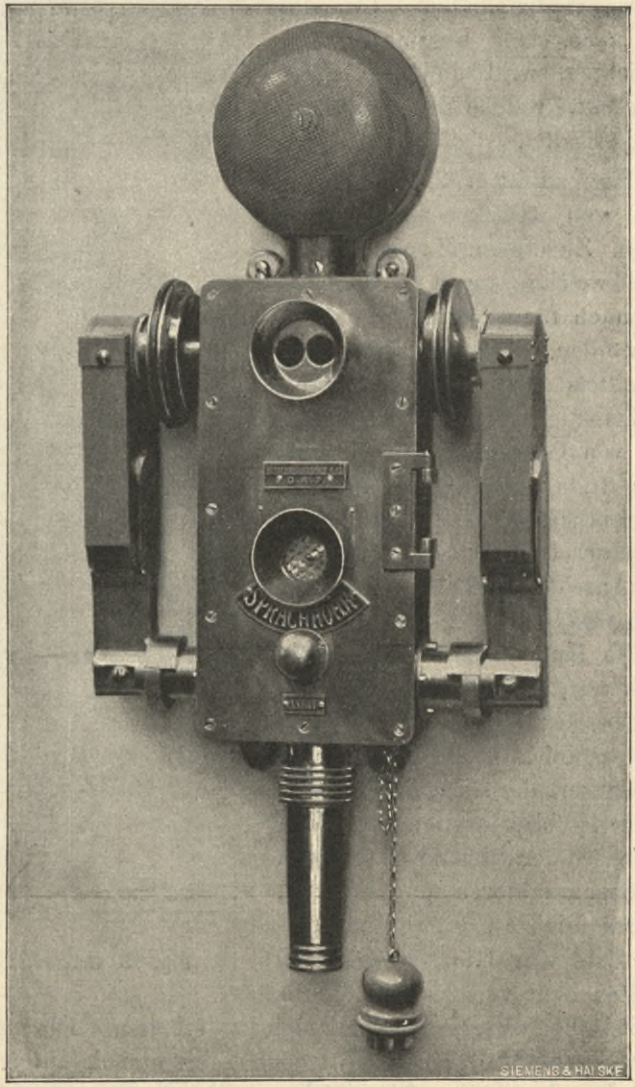


Fig. 14. Grubentelephon.

Wecker. *l* ist ein kastenförmiges, metallenes Gehäuse, dessen Ränder an der offenen Seite mit einem breiten Flansch versehen sind. Die Metallmembrane *f*, welche eine Fassung besitzt, wird auf diesen Flansch gelegt und durch Schrauben an denselben luft- und wasserdicht angepresst. An der inneren Seite der Membran ist der Anker *h* an der äußern der Klöppel *g* mittels eines Stieles befestigt. Das Spiel der Glocke gleicht völlig dem der gewöhnlichen Läutewerke (I. Th., 1. B.). Der Klöppel *g* stößt an einen an der Glocke angegossenen Vorsprung.

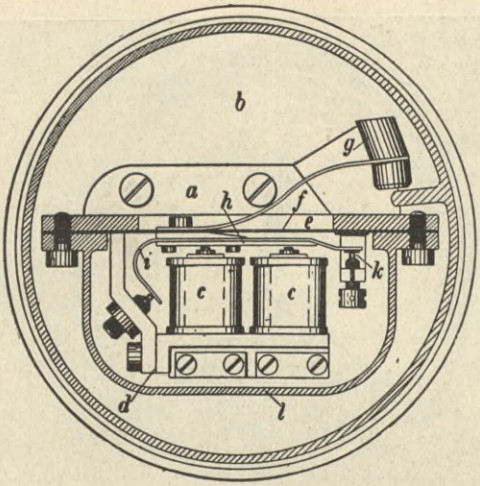


Fig. 15. Wecker.

Die Leitungen werden in das Innere der Glocke mit Hilfe einer abgedichteten Büchse geführt. Im Bergwerke legt man zwei Signalstromkreise an. Ein Stromkreis verbindet die Sohle mit der Hängebank, der zweite die Hängebank mit der Fördermaschine. In jedem Stromkreise liegen als Geber zwei Läuteinduktoren und zwei Wechselstromwecker als Empfänger. Die Sohle gibt ihre Signale an die Hängebank und diese an die Fördermaschine. An der Sohle befindet sich ein Induktor und ein Wecker, an der Hängebank 2 Geber und 2 Wecker und an der Fördermaschine ein Geber und ein Wecker. Gibt die Sohle nach der Hängebank ein Signal, dann läutet nicht nur die Glocke an der Hängebank, sondern zur Kontrolle auch die Glocke an der Sohle. Das Gleiche findet statt, wenn das Signal von einer anderen Stelle gegeben wird.

Zum Übermitteln von Befehlen werden im Bergbau, ähnlich wie auf Schiffen, Kommandoapparate verwendet. Einen solchen Apparat zeigt die Figur 16. Auch bei dieser Art von Befehlsübermittlung wird

ein Geber- und ein Empfängerapparat verwendet. Die Apparate sind gleich ausgebildet. Die Einstellung des Zeigers am Geberapparate auf ein bestimmtes Kommando erfolgt mittels Kurbel. Jeder Apparat ist auch mit einem Wecker versehen. Jeder Umdrehung der Kurbel am Geberapparate, der dem Vorrücken der Zeiger um ein Feld entspricht, entspricht ein Glockenschlag, so dass das optische Signal mit einem akustischen verbunden ist. Vor der Abgabe eines neuen Signals, bewegt man vorerst den Zeiger in seine Anfangsstellung, dabei wird die

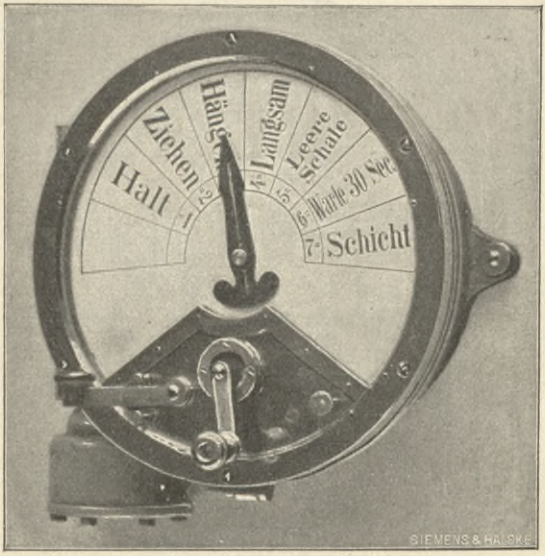


Fig. 16. Kommandoapparat.

Signalglocke durch Niederdrücken einer Taste ausgeschaltet. Auch diese Signalapparate werden so angeordnet wie die Glocken. Ein Stromkreis verbindet die Sohle mit der Hängebank, ein zweiter die Hängebank mit der Fördermaschine. Die Hängebank erhält also wieder zwei Apparate. Wenn die Förderung aus verschiedenen Sohlen stattfindet, dann wird entweder jede Sohle mit der Hängebank durch einen Stromkreis verbunden, oder sämmtliche Kommandoapparate der Sohlen und der Hängebank werden hintereinander in einen Stromkreis geschaltet. Bei der letzteren Art der Schaltung wiederholt man die Reihe der Befehle auf der Skala der Apparate so oft, als Sohlen vorhanden sind. An dem Apparat der Hängebank wird nun die Zugehörigkeit der betreffenden Skalenabschnitte zu den Sohlen durch die verschiedene Farbe der Aufschriften gekennzeichnet. An jedem Apparat der Sohle ist der Theil

der Skala, der für dieselbe nicht in Betracht kommt, abgedeckt oder nicht ausgefüllt. Auf die Weise erkennt die Hängebank aus der Zeigereinstellung sofort, welche Sohle das Zeichen gibt. Ebenso kann auch die Hängebank jede Sohle anrufen. Jedesfalls ist aber der Grundsatz der getrennten Signalgebung von jeder Sohle zur Hängebank vorzuziehen, da bei diesem System, nicht so wie bei dem vorhin erwähnten, Verwechslungen vorkommen können.

Erwähnenswert ist auch die im Folgenden beschriebene Kontrolleinrichtung an diesen Apparaten. Jeder Apparat besitzt nämlich außer einem schwarzen noch einen rothen Zeiger. Die Zeichengebung erfolgt mittels des schwarzen Zeigers. Die Stelle, welche das Kommando erhält, bringt nun den rothen Zeiger ihres Apparates mit dem schwarzen Zeiger zur Deckung. Dadurch bewegt sich auch der rothe Zeiger der Geberstelle in die gleiche Lage, und die Geberstelle sieht nun, ob das Signal richtig übermittelt wurde.

Eine andere Art von Signalapparaten sind jene, welche die Umlaufszahl einer Welle an einer entfernten Stelle anzeigen. Die betreffende Welle wird zu diesem Zwecke mit einer besonders konstruierten Dynamomaschine verbunden, deren Spannung von der Umlaufszahl abhängig ist. Die letztere wird dann auf der Skala eines Präcisions-Spannungszeigers abgelesen. Auf diese Weise ist eine leichte Kontrole der wichtigsten Arbeitsmaschinen von seiten des den Betrieb leitenden Beamten ermöglicht. Der Nullpunkt der Skala liegt bei diesen Apparaten entweder in der Mitte oder am linken Ende der Skala. Im ersteren Falle bedeutet der Skalentheil rechts vom Nullpunkt „Voraus“ und links vom Nullpunkt „Zurück“ im Sinne einer Drehrichtung. Im letzteren Falle wird die Drehrichtung der Welle von einer Wechselklappe angegeben, welche die Aufschriften „Voraus“ und „Zurück“ trägt. Den Strom der Dynamomaschine kommutiert man von einem automatisch bethätigten Umschalter, wenn die Welle rückwärts lauft.

Auch elektrische Wasserstandsfernmelder sind in den Grubenbetrieben in Gebrauch, die den Wasserstand in den Sumpfstrecken und Reservoirs an eine Centralstelle melden.

Oft wird auch ein elektrischer Wagenzähler angewendet. Er besteht aus einem Kontakthebel, der beim Passieren eines Wagens getroffen wird, welcher Hebel dadurch einen im Empfänger befindlichen Elektromagnet bethätigt, dessen Anker durch eine Vorrichtung ein Zählwerk um einen Zahn weiter stellt. In Verbindung mit diesem Apparate kann auch ein Wecker angewendet werden.

VI. Kapitel.

Gesteinsbohrmaschinen.

16. Allgemeines. Seitdem die Sprengtechnik auch von den Arbeiten im Bergbau Besitz ergriffen hat, ist die Herstellung von Bohrlöchern im Gesteine eine der vorzüglichsten, hüttenmännischen Arbeiten. Früher wurden solche Bohrlöcher von Hand aus hergestellt und zwar mit Hilfe des Schlagbohrverfahrens oder des Drehbohrverfahrens. Dieses Arbeiten gieng aber nur sehr langsam von statten und wurde deshalb in neuerer Zeit durch die Maschinenarbeit ersetzt. Lange Zeit beherrschte die durch Druckluft betriebene Stoßbohrmaschine die hüttenmännische Praxis. Heute sind jedoch auch Stoßbohrer mit elektrischem Antriebe weit verbreitet. Die großen Nachtheile der Luftbohrmaschinen, das Ausströmen der Druckluft unter betäubendem Geräusch und der Umstand, dass die Maschine bei Klemmungen des Bohrers fast keine Rückzugskraft besitzt, hat die elektrisch betriebene Stoßbohrmaschine nicht aufzuweisen.

17. Bohrmaschinen. Die erste elektrisch betriebene Stoßbohrmaschine wurde schon im Jahre 1879 von Werner v. Siemens konstruiert. Es ist die sogenannte Solenoidbohrmaschine. Diese Maschine beruht darauf, dass ein Eisenkern von abwechselnd magnetisierten Solenoiden innerhalb derselben hin- und hergeschleudert wurde. Es werden 3 Solenoide verwendet. Die beiden äußeren werden durch Wechselstrom nach jeder Halbperiode umpolarisiert, das mittlere erhält durch Gleichstrom eine konstante Polarität. Die Folge dieser Anordnung ist, dass das Maximum des Magnetismus in der Maschine hin- und herwandert und den Eisenkern mitnimmt. Diese Maschine wurde später noch mannigfachen Verbesserungen unterzogen.

Die Siemens & Halske A.-G. baute nun in neuerer Zeit eine Stoßbohrmaschine, bei welcher die eigentliche Arbeitsmaschine mechanisch ausgeführt wird, nur der Antrieb derselben ist elektrisch.

Eine mechanische Stoßbohrmaschine kann nach dem Grundsatze des Daumenhammers oder nach dem des Federhammers gebaut sein. Für die Zwecke der Praxis eignet sich jedoch in vollkommener Weise bloß die letztere Art von Stoßbohrmaschinen. Letztere Stoßbohrmaschinen baut die Siemens & Halske A.-G. Eine solche Maschine weist große Vortheile auf. Die Stöße erfolgen nach oben wie nach unten zu mit nahezu gleicher Stärke, Stöße innerhalb der Maschine sind ausgeschlossen. Selbst wenn der Bohrer im Bohrloche stecken

bleibt, lauft die Maschine gleichmäßig weiter, denn die arbeitenden Theile sind von den antreibenden Theilen vollkommen unabhängig. Trotzdem hat die Maschine bei Klemmungen im Bohrloch eine sehr große Rückzugskraft. Die Maschine kann mit hoher Schlagzahl, 420 bis 450 in einer Minute, laufen. Eine solche Maschine ist in der Figur 17 dargestellt. Der unmittelbare Antriebsmechanismus besteht aus einer gewöhnlichen Kurbelwelle. Darum heißt diese Maschine auch „Kurbelstoßmaschine". Durch den Kurbelzapfen *b* wird unter Vermittlung eines kleinen, bronzenen Gleitstückes und einer stählernen Gleitrinne ein rahmenartig gebildeter Schlitten *c*, *c* hin- und herbewegt. Zwischen den Endplatten dieses Schlittens sind zwei so starke Schraubenfedern eingespannt, dass das völlige Zusammendrücken einer bei gleichzeitigem Ausdehnen, der andern einen Druck von 800 *kg* erfordert. Zwischen diesen beiden Federn sitzt der flanschenartige Rand *d* einer Büchse, der Stoßbüchse, innerhalb welcher der Kolben drehbar aber nicht längsverschiebbar gelagert ist. Dieser Kolben geht nämlich durch die beiden Federn und die Öffnungen in den Endplatten des Schlittens frei hindurch. Geht der Schlitten langsam hin und her, dann macht der Kolben diese Bewegungen derart mit, als ob er mit dem Schlitten starr verbunden wäre. Bei rascher Bewegung des Schlittens — derselbe geht in einer Sekunde ungefähr 7 mal hin und her — schlägt der Kolben infolge seines eigenen Gewichtes und des Gewichtes des mit ihm verbundenen Meißels nach vorn und hinten durch. Während der Schlitten bei Leerlauf bloß einen Hub von 4 *cm* vollbringt, beträgt der Hub des Kolbens gleichzeitig etwa 8 *cm*. Die beschriebene Einrichtung bewirkt also eine vollkommen elastische Verbindung mit dem Schlitten. Arbeitet

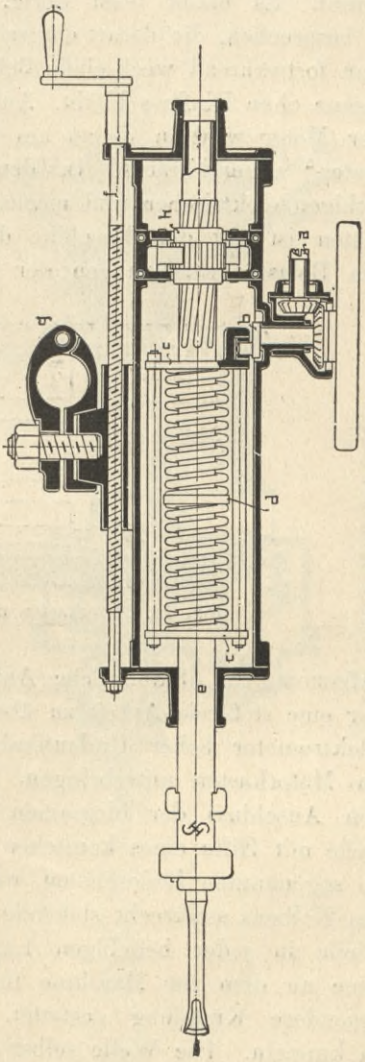


Fig. 17. Kurbelstoßbohrmaschine.

die Maschine im Gestein, und bleibt während der Arbeit der Bohrer im Bohrloch stecken, dann kann der Schlitten seine Bewegungen ungehindert weiter fortsetzen, es werden dann die Federn einfach gespannt und entspannt. Es bleibt noch übrig, die besondere Art des Antriebes zu besprechen, die derart eingerichtet ist, dass die ungleichmäßige, ihren Sinn fortwährend wechselnde Belastung der Kurbelwelle auf die Antriebsorgane ohne Einfluss bleibt. Auf der Kurbelwelle sitzt ein Schwungrad. Der Motor wird in einem am Boden stehenden, sogenannten „Motorkasten“ untergebracht. In demselben Kasten befinden sich auch die nöthigen elektrischen und mechanischen Hilfseinrichtungen. Der Motorkasten ist mit der Maschine durch eine biegsame Welle verbunden. Die Belastungsänderungen der Maschine werden von der Kurbelwelle

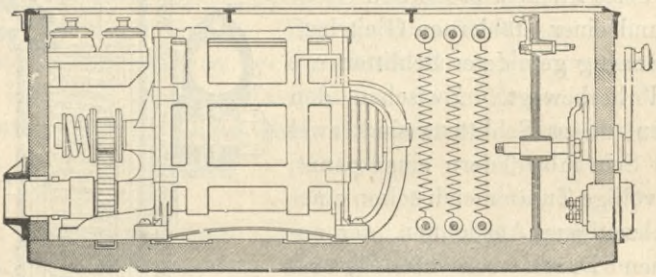


Fig. 18. Motorkasten mit eingebautem Drehstrommotor.

aufgenommen. Sämmtliche Antriebsorgane haben aus diesem Grunde nur eine stoßfreie Arbeit zu übertragen. Man kann darum auch einen Elektromotor hoher Umlaufszahl benutzen und das nöthige Vorgelege im Motorkasten unterbringen. In der Abbildung Figur 17 bedeutet *a* den Anschluss der biegsamen Welle. Diese Welle treibt die Kurbelwelle mit Hilfe eines konischen Vorgeleges an. Dieses Vorgelege sitzt im sogenannten Räderkasten, welcher um eine zur Bewegungsrichtung des Kolbens senkrecht stehende Achse drehbar ist, so dass die biegsame Welle in jeder beliebigen Lage zur Maschine geführt werden kann. Eine an dem zur Maschine führenden Ende der Welle angebrachte, besondere Kupplung gestattet, die Welle rasch mit der Maschine zu kuppeln. Die Welle selbst ist sehr sorgfältig ausgeführt. Die Stoßbohrmaschine wird sowohl zum Streckenvortrieb als auch zum Abbau verwendet. Die Maschine wird mit Hilfe des Ringes *q* an einem Freigestell oder an einer Spannsäule befestigt. Der Vorschub der Maschine erfolgt mittels der Schraubenspindel *f* und einer an dieser sitzenden Handburbel, das Drehen des Bohrers nach jedem Schlag mit Hilfe eines Schraubenzuges, der auf den Stoßkolben geschnitten ist und einer zuge-

hörigen einseitig gesperrten Mutter. Die Stromzuführung zum Motor erfolgt unter Vermittlung eines Wandanschlusskastens und einer Kabeltrommel. Figur 18 zeigt einen Motorkasten mit eingebautem Drehstrommotor.

Die zweite Art der von der Siemens & Halske A.-G. gebauten Gesteinsbohrmaschinen ist die Gesteinsdrehbohrmaschine. Fig. 19. Auch der Antrieb dieser Maschine erfolgt mit Hilfe einer biegsamen Welle und eines drehbaren Räderkastens. Bei dieser Maschine wird die Bohrspindel in Umdrehung versetzt und gleichzeitig gegen das Gestein vorgeschoben. Der Vorschub erfolgt selbstthätig mit Hilfe eines Schraubengetriebes. Die Schraubenmutter ist nicht festliegend angeordnet, sondern wird ebenso wie die Spindel gedreht, und zwar in derselben Richtung wie diese, so dass der Vorschub des Bohrers von dem Unterschiede der Geschwindigkeiten von Vorschubspindel und Vorschubmutter abhängt. Die Drehung der Mutter erfolgt durch geeignete Vorgelegeräder, die sogenannten Vorschubräder. Die Mutter kann langsamer oder schneller laufen als die Spindel. Im ersteren Falle, den man auch als den des verlangsamenden Differentialgetriebes bezeichnet, muss die Bohrspindel ein rechtsgängiges Gewinde haben, im letzteren Falle, den man als den des beschleunigenden Differentialgetriebes bezeichnet, ein linksgängiges, damit in beiden Fällen ein Vorschub der Bohrspindel stattfindet. Bei der Verwendung des beschleunigenden Getriebes gelingt auch leicht die Anordnung des mechanischen Rückzuges. Wird während des Ganges der Maschine die Drehgeschwindigkeit der Mutter verringert, so dass diese jetzt langsamer als die Spindel umläuft, dann wird der Bohrer zurückgezogen. Am schnellsten findet der Rückzug beim Festhalten

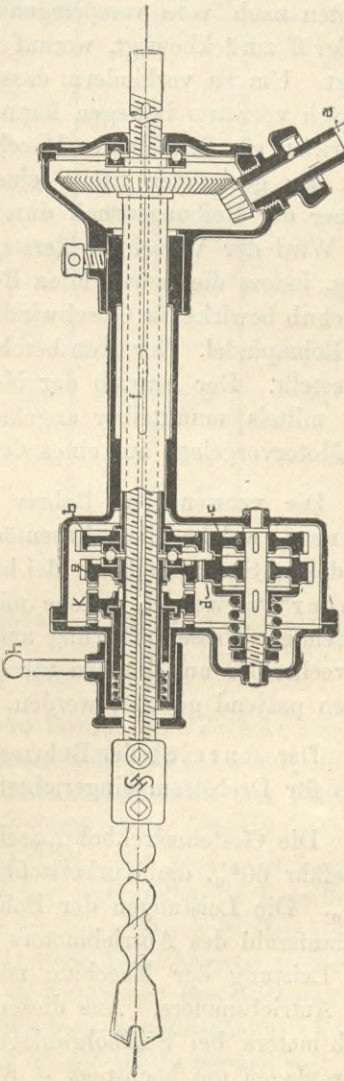


Fig. 19 Gesteinsdrehbohrmaschine.

der Mutter statt; letzteres kann dadurch erfolgen, dass man die Mutter vom Differentialrade loskuppelt und mit dem Maschinengehäuse kuppelt. Die Kupplungen erfolgen mittels eines einzigen Handgriffes. Bei der Rückbewegung stößt der Bohrkopf an einem am Maschinengestell angebrachten nach vorn vorspringenden Theil, welcher den oben erwähnten Handgriff zurückbewegt, worauf wieder der Vorschub der Bohrspindel erfolgt. Um zu verhindern, dass in dem Falle, als der Bohrer sich nicht so rasch vorwärts bewegen kann, wie es dem Gange des Mechanismns entspricht, ein Bruch eines Maschinentheils erfolgt, wird in das Vorschubwerk an geeigneter Stelle eine Reibungskupplung eingeschaltet, bei welcher der Reibungsdruck durch eine Schraubenfeder genau einstellbar ist. Wird der Vorschubwiderstand zu groß, dann verringert sich selbstthätig, indem die betreffenden Reibflächen gegeneinander gleiten, die den Vorschub bewirkende Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Vorschubmutter und Bohrspindel. Der oben beschriebene Mechanismus ist in der Figur 19 dargestellt. Der Antrieb der Maschine erfolgt mittels biegsamer Welle oder mittels unmittelbar angebauten Motors. In letzterem Falle wirkt das Motorvorgelege auf eines der Differentialräder ein.

Die verwendeten Bohrer sind die sogenannten „Schlangenbohrer“, welche einen linsenförmigen Querschnitt besitzen und aus gewundenem Stahl bestehen. Bei härteren Gesteinen werden die „Wasserbohrer“ verwendet, welche mit einer inneren, bis zur Bohrerschneide reichenden Wasserzuführung ausgestattet sind. Die Vorschubräder sind auswechselbar und können für die verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten passend gewählt werden.

Der Antrieb der Bohrmaschinen kann sowohl für Gleichstrom als auch für Drehstrom eingerichtet werden.

Die Gesteinsdrehbohrmaschine besitzt einen Wirkungsgrad von ungefähr 60%, die Kurbelstoßbohrmaschine einen solchen von ungefähr 40%. Die Leistungen der Bohrmaschinen hängen wesentlich von der Umlaufszahl des Antriebmotors ab. Bei Stoßbohrmaschinen ändert sich die Leistung der Maschine mit der sechsten Potenz der Umlaufszahl des Antriebsmotors. Aus diesem Grunde darf die Umlaufszahl des Antriebsmotors bei Stoßbohranlagen höchstens um $\pm$ 5% und bei Drehbohranlagen um höchstens $\pm$ 8% schwanken.

18. Leistungstabelle. Von Interesse dürfte die folgende Leistungstabelle für Gesteinsbohrer sein.

	Leistung im Bohrloch in		Energieverbrauch der Kraftmaschine in 1—2 *km* Entfernung		Gesammter Wirkungsgrad der Anlage in Procenten
	cm^3 p. Min.	*mkg* p. Sek.	in *PS*	in *mkg* p. Sek.	
1. Drehendes Bohren in Gesteinen von der Härte des Steinsalzes:					
a) mit der Handdrehbohrmaschine	80	6	—	—	—
b) mit der S. u. H. Drehbohrmaschine	600	45	1·7	125	36
2. Stoßendes Bohren in Gesteinen von der Härte des Granites:					
a) von Hand mit Meißel und Schlägel pro Mann . .	4	2·4	—	—	—
b) mit der S. u. H. Stoßbohrmaschine	50	30	1·7	125	24
c) mit der Druckluftstoßbohrmaschine	45	27	10	750	3·6

VII. Kapitel.

Lokomotiven.

19. Einleitung. Der mechanische Betrieb zum Zwecke der Horizontalförderung in Bergwerken wird dann nothwendig, wenn die Verkehrsdichte eine große ist. Von den Abbauörtern wird das Fördergut in den Nebenstrecken zu den Hauptförderstrecken transportiert. Die Hauptförderstrecken führen zu den Schächten. Bei geeigneter Lage der Abbaustelle können die Hauptförderstrecken unmittelbar zu Tage führen. In diesem Falle heißen dieselben dann Stollen. Solche Stollen sind oft mehrere Kilometer lang. Der Transport über Tage begreift in sich die Förderung des Gutes von den einzelnen Schächten zur Aufbereitungsstelle und von da nach den Verladungsrampen der Eisenbahn. Für die Zwecke der Horizontalförderung dienen z. B. die mechanischen Seil- oder Kettenförderungen, welche auch elektrisch betrieben werden können. Über Tage findet oft die Förderung mittels Seilbahnen statt. Die Fördergefäße laufen bei diesen Bahnen auf einem Tragseil und werden durch ein fortwährend bewegtes Zugseil vorwärts bewegt. Die Förderung mittels Seil oder Kette hat zur Voraussetzung, dass die Strecken möglichst

geradlinig und zweigeleisig sind. Eine Bedingung für das wirtschaftliche Arbeiten solcher Anlagen ist ein ziemlich bedeutender, wenig schwankender Verkehr.

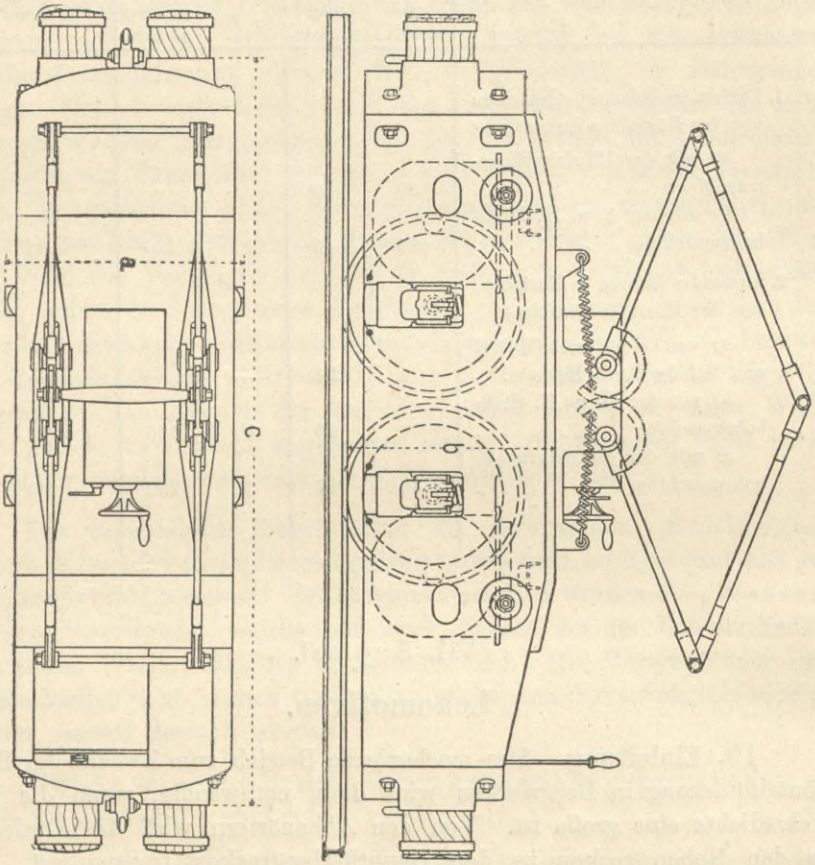


Fig. 20. Normale elektrische Grubenlokomotive.

Mit dieser Art der Förderung tritt die Förderung mittels elektrischer Lokomotiven in Wettbewerb. Der Lokomotivbetrieb erfordert natürlich keine geradlinigen Strecken und keinen gleichförmigen Betrieb.

20. Lokomotiven-Konstruktionen. Die Siemens & Halske A.-G. baut für die Zwecke des Bergbaues dreierlei Lokomotiven. Die Stromleitung erfolgt gewöhnlich mittels Oberleitung. Die Gruben-

lokomotiven dienen der Förderung unter Tage. Dieselben sind sehr kompendiös gebaut und für schmalspurige Geleise eingerichtet. Die Materialbahnlokomotiven besorgen die Förderung über Tage. Auch sie sind für Schmalspur gebaut jedoch geräumiger konstruiert als die Grubenlokomotiven, da die Raumbeschränkung über Tage keine so große ist wie in der Grube. Die dritte Art von Lokomotiven sind die Rangierlokomotiven. Diese Lokomotiven werden für die normale Spurweite gebaut, da sie den Transport auf die Anschlussgeleise der Vollbahnen besorgen.

Eine moderne Grubenlokomotive für Spurweiten von 450 bis 1000 *mm* der Siemens & Halske A.-G. zeigt die Figur 20. Sie besteht aus einem schweren, geschlossenen Rahmen aus Gusseisen, welcher sich mit Hilfe von Federn auf die beiden Achsen, bezw. Achslagern stützt. Entweder eine oder auch beide Achsen werden von je einem Motor angetrieben, welcher ähnlich wie die Straßenbahnmotoren pendelnd aufgehängt ist und die Achse mittels eines Zahnradvorgeleges antreibt. Sowohl die Motoren als auch die in Öl laufenden Zahnräder sind eingekapselt. In der Längsrichtung der Lokomotive angeordnet, liegt auf dem Rahmen gelagert der Fahrschalter, der so montiert ist, dass er eine Zerlegung der Motoren nach oben nicht hindert. Die zum Anlassen und Regeln der Geschwindigkeit dienenden Widerstände befinden sich unter dem Fahrschalter und bilden mit demselben ein Ganzes. Die Kurbeln des Fahrschalters sind einer Stirnseite der Lokomotive zugewendet. Bei kleineren Lokomotiven befindet sich an dieser Stelle der Führersitz, bei größeren Lokomotiven sind an beiden Stirnseiten der Lokomotive Führersitze angeordnet. Jede Lokomotive ist mit einer mechanischen Bremse ausgerüstet. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt normal bei voller Belastung 10—15 *km* in einer Stunde. Durch geeignete Schaltungen kann diese Geschwindigkeit beliebig verkleinert werden, während bei Leerfahrten die Geschwindigkeit um etwa 50—70% steigerbar erscheint. Bei den Lokomotiven, welche für eine Spurweite unter 450 *mm* gebaut sind, liegt der Motor, da er zwischen den Rädern nicht Platz hat, oberhalb der Achse und treibt die Achse mittels eines doppelten Zahnradvorgeleges. Die Stärke der Lokomotiven ersieht man aus der folgenden Tabelle:

	Bei mindestens
450 *mm* Spurweite . . .	18 *PS*,
560 „ „ . . .	36 „,
700 „ „ . . .	56 „,
1000 „ „ . . .	82 „.

Besitzt eine Grube Stollen, welche zu Tage führen, dann vermitteln die Grubenlokomotiven auch den an die Stollen sich anschließenden Verkehr über Tage. Nun ist aber an der Oberfläche die Fahrdrahthöhe eine größere als in der Grube. Damit nun sowohl unter als über Tage

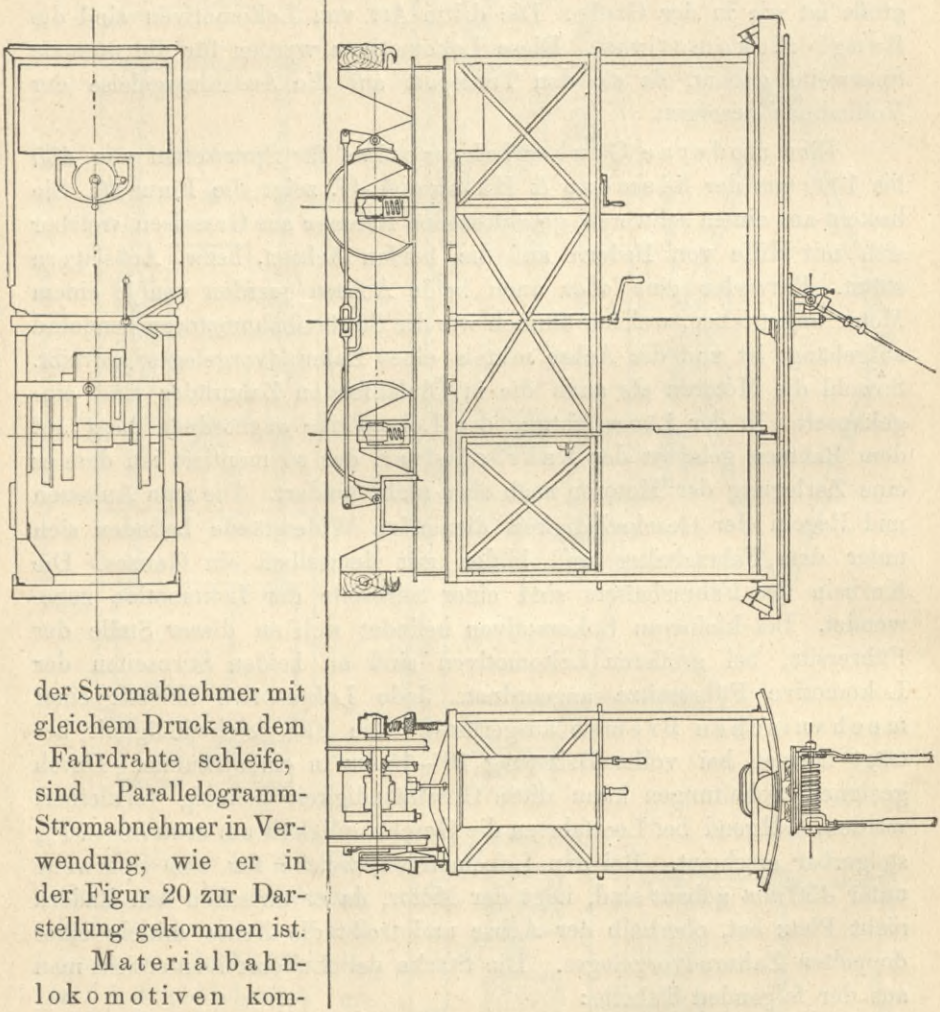


Fig. 21. Materialbahnlokomotive.

der Stromabnehmer mit gleichem Druck an dem Fahrdrahte schleife, sind Parallelogramm-Stromabnehmer in Verwendung, wie er in der Figur 20 zur Darstellung gekommen ist.

Materialbahnlokomotiven kommen zur Förderung über Tage dann zur Verwendung, wenn zwischen der wagrechten Förderung in der Grube und der wagrechten Förderung über Tage die Förderung in senkrechten Schächten eingeschaltet ist. Die Figur 21 stellt eine Materialbahnlokomotive für 450 *mm* Spurweite der Siemens & Halske A.-G. dar. Die Lokomotive besitzt ein Schutzdach, dessen Anbringung

infolge der höheren Lagerung des Fahrdrahtes ermöglicht ist. Jede Achse wird von einem federnd aufgehängten Motor mittels eines Zahnradvorgeleges angetrieben. Im allgemeinen zeigen diese Lokomotiven die gleiche Anordnung der elektrischen Einrichtung, wie die Straßenbahnmotorwagen. Die verwendeten Motoren sind vierpolige Kapselmotoren aus Stahlguss. Der Trommelanker ist leicht abwickelbar. Die Motoren besitzen eine große Anzugskraft und lassen eine bedeutende und langdauernde Überlastung zu. Sie sind für 500 Volt Gleichstrom gebaut

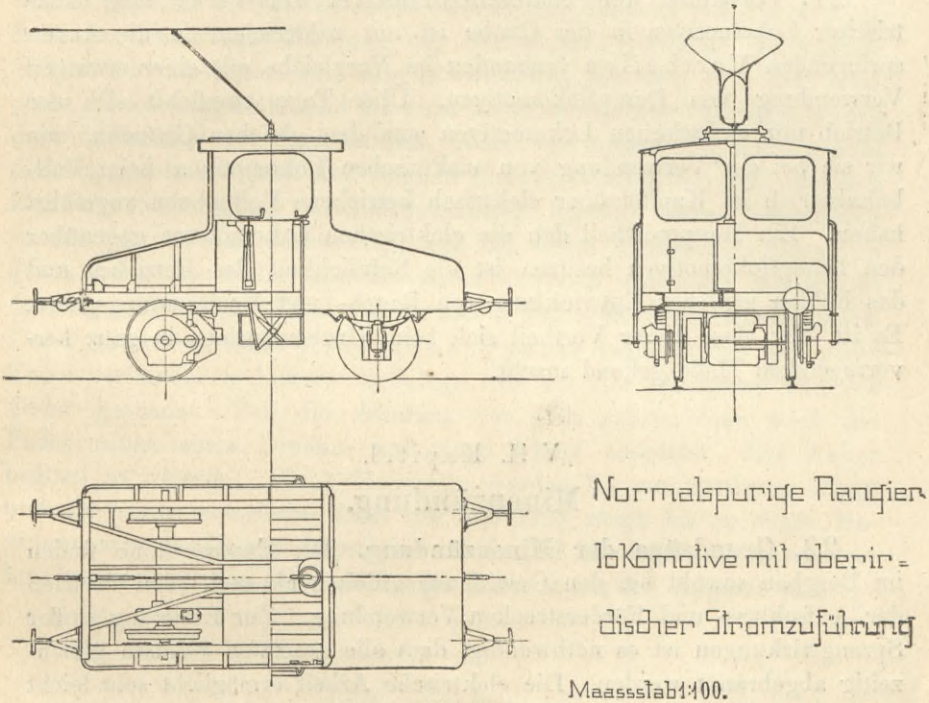


Fig. 22.

aus Stahl hergestellt und, wo der Raum es gestattet, in Schutzkästen eingeschlossen.

Die Rangierlokomotiven haben die Aufgabe, die beladenen Vollbahnwaggons zu Zügen zusammenzustellen und diese auf das Vollbahnnetz zu befördern. Diese Lokomotiven müssen natürlich vollständig den für Vollbahnen giltigen konstruktiven Vorschriften Genüge leisten. In der Figur 22 ist eine solche Lokomotive dargestellt. Dieselbe ist für oberirdische Stromzuführung eingerichtet und dient zum Transporte der Erze zu den Hochofen. Die Lokomotive erscheint mit 2 Straßenbahnmotoren von je 50 *PS* ausgerüstet. Die Siemens & Halske A.-G.

baut für Rangierzwecke auch Akkumulatorenlokomotiven. Diese Lokomotiven besitzen den Vortheil, eine größere Unabhängigkeit bei der Geleiseverlegung zuzulassen, da man von der Legung des Fahrdrahtes enthoben ist. Infolge ihres größeren Gewichtes gestatten sie die Beförderung größerer Zugsgarnituren. Das Obergestell solcher Lokomotiven besteht aus Holz, weil ein eisernes Obergestell durch die von der Batterie kommenden Säuredämpfe bald zerstört würde.

21. Vortheile der Grubenlokomotive. Die Verwendung elektrischer Lokomotiven in der Grube ist mit zahlreichen in die Augen springenden Vortheilen verbunden im Vergleiche mit einer etwaigen Verwendung von Dampflokomotiven. Über Tage empfiehlt sich der Betrieb mit elektrischen Lokomotiven aus den gleichen Gründen, wie wir sie bei der Verwendung von elektrischen Lokomotiven beim Vollbahnbetrieb im Kapitel über elektrisch betriebene Vollbahnen angeführt haben. Ein Hauptvortheil den die elektrischen Lokomotiven gegenüber den Dampflokomotiven besitzen ist die Reinlichkeit des Betriebes und das Fehlen jeglicher Entwicklung von Rauch- und Verbrennungsgasen. Es ist klar, dass dieser Vortheil sich beim Grubenbetriebe in ganz hervorragendem Maße geltend macht.

VIII. Kapitel.

Minenzündung.

22. Grundzüge der Minenzündung. Die Explosivstoffe finden im Bergbau sowohl bei den Gewinnungsarbeiten als auch beim Vortrieb der Aufschluss- und Förderstrecken Verwendung. Zur Erzielung großer Sprengwirkungen ist es nothwendig, dass alle gesetzten Schüsse gleichzeitig abgebrannt werden. Die elektrische Arbeit ermöglicht sehr leicht eine solche Zündung. Die Zündung der Patrone erfolgt entweder mit Hilfe von in die Patrone überspringender Funken oder mit Hilfe eines dünnen Platindrahtes, der innerhalb der Patrone zum Glühen gebracht wird. Bei Anwendung der ersteren Methode ist die Leitung in jeder Patrone unterbrochen, um daselbst eine Funkenstrecke zu bilden. Infolge dieses Umstandes lässt sich eine Prüfung der Leitung nicht vornehmen. Ferner muss durch die Leitung ein verhältnismäßig hochgespannter Strom geschickt werden, so dass es nöthig ist, die Leitung sorgfältig zu isolieren. Zur Erzeugung der elektrischen Arbeit dienen bei dieser Art der Zündung Reibungs-Elektrisiermaschinen, welche bezüglich ihrer Wirkung von den Feuchtigkeitsverhältnissen der Luft sehr abhängig sind, so dass sie oft versagen.

23. **Minenzündung.** Alle diese Nachtheile weist die elektrische Glühzündung der Siemens & Halske A.-G. nicht auf. Die Patronen werden bei Anwendung dieser Methode hintereinandergeschaltet. Zur Prüfung der Leitung genügt der schwache Strom eines Trocken-Elementes, welcher nicht ausreicht, auch nur einen Schuss zu entzünden. Der gute Zustand der Leitung wird durch den Ausschlag der Nadel eines Galvanoskops bewiesen. Zur Erzeugung des zur Zündung dienenden Stromes werden magnetelektrische oder dynamoelektrische Apparate verwendet. Erstere dienen zur Zündung von nur wenigen Schüssen, letztere zur Zündung von 80 und mehr Schüssen. Die magnetelektrischen Maschinen sind Magnetinduktoren mit zwei oder drei Magneten. Diese Apparate sind mit einer Schaltvorrichtung versehen, welche die Zündleitung erst dann schließt, wenn der Anker die nöthige Umdrehungsgeschwindigkeit und folglich die zur Ausführung einer sicheren Zündung nothwendige Klemmenspannung besitzt. Diese Einrichtung ist aus dem Grunde nothwendig, weil bei einem wachsenden Strome in der Leitung zuerst die empfindlichsten Patronen entzündet würden, so dass ein gleichzeitiges Zünden sämmtlicher Patronen ausgeschlossen wäre. Der dynamoelektrische Minenzündapparat besitzt einen mit einer Feder verbundenen Anker. Beliebige Zeit vor der Sprengung wird die Feder gespannt. Soll die Zündung vor sich gehen, dann wird die Feder mittels eines Druckes auf einen Knopf ausgelöst. Der Anker beginnt zu rotieren. Die Feldmagnete werden bis zur Sättigung erregt und die elektromotorische Kraft der Maschine steigt bis zu einem Maximum an. In diesem Augenblicke findet, in ähnlicher Weise wie vorhin beschrieben, die Anschaltung der Leitung an den Apparat statt.

II. Abschnitt.

Die Elektrotechnik in der Landwirtschaft.

24. Einleitung und Eintheilung. In neuerer Zeit findet die Elektrotechnik in der Landwirtschaft immer weitergehende Verwendung. Durch die Benützung der elektrischen Kraftübertragung im landwirtschaftlichen Betriebe lassen sich sehr wesentliche Ersparungen erzielen. Wesentliche Quellen der Ersparung sind einerseits die mögliche, bedeutende Verringerung der Zahl der Gespanne und andererseits die Verminderung des hohen Kohlenverbrauches infolge der centralen Krafterzeugung in der Primärstation, denn beim Lokomobilbetrieb muss an den Orten des Arbeitsverbrauches die Arbeit erzeugt werden. Bevor wir auf die Einzelheiten des elektrischen Betriebes in der Landwirtschaft eingehen, wollen wir eine Übersicht der in der Landwirtschaft zu verrichtenden Arbeiten geben.

I. Arbeiten zur Erzielung von Bodenerträgen.

A. Bodenbearbeitung.

1. Pflügen.
2. Grubbern.
3. Schollenbrechen.
4. Eggen.
5. Walzen.
6. Entwässerung.
7. Bewässerung.

B. Feldbestellung.

8. Säen.
9. Unkrautjäten.
10. Mähen.
11. Heuwenden.
12. Kartoffelheben.
13. Rübenheben.

C. Transport.

14. Dungfahren.
15. Einfahren.
16. Heben auf Mieten (Elevatoren).
17. Lagern in Scheunen (Aufzüge).

D. Weiterverarbeitung.

18. Dreschen.
19. Reinigen.
20. Stroh- und Heupressen.

II. Arbeiten im Zusammenhang mit Viehzucht.

Futterbereitung.

21. Schrotmahlen.
22. Quetschen.
23. Häckselschneiden.
24. Futterschneiden.
25. Wasserpumpen.

III. Nebenbetriebe.

26. Meiereien.
27. Mühlen.
28. Holzschneidereien.
29. Brennereien.
30. Brauereien.
31. Zuckerfabriken.
32. Ziegeleien.
33. Torffabrikation.
34. Stellmacherei.
35. Tischlerei.
36. Schlosserei.
37. Schmiede.

25. Die elektrischen Primärstationen. Die Stärke der in der Primärstation aufzustellenden Dynamomaschine (I. Th., 2. B.) richtet sich nach der beanspruchten Leistung. Soll etwa bloß das Gut elektrisch beleuchtet und einige kleine Motoren angeschlossen werden, dann genügt eine Primärmaschine von 10—15 *PS*. Die Dynamomaschine muss wesentlich größer sein, wenn auch elektrisch gepflügt werden soll. In diesem Falle muss man eine Primärmaschine von etwa 40 *PS* wählen. Bei großen Gütern und in dem Falle, in welchem mehrere Güter von einer Primärstation mit Strom versorgt werden, braucht man oft einige hundert Pferdestärken. In einem solchen Falle gelangen dann in der Primärstation mehrere Dynamomaschinen zur Aufstellung. Zum Antriebe der Dynamomaschinen dienen je nach Umständen Dampfmaschinen, fahrbare Lokomobile, Petroleummotoren, Gasmotoren und Turbinen.

Der Gasbetrieb wird besonders dort angewendet, wo kein billiges Feuerungsmaterial zur Erzeugung der Dampfkraft zur Verfügung steht. In kleineren Betrieben wird das Leuchtgas als Betriebsmittel des Antriebsmotors verwendet. Die Erzeugung des Leuchtgases ist umständlich und nicht billig. In größeren Betrieben bringt man das sogenannte Kraftgas zur Anwendung, zu dessen Erzeugung sich besonders Anthracit, Koks, Holz- und Torfkohle eignen. Zur Erzeugung einer *PS* in einer Stunde braucht man 0·5 *kg* des zu vergasenden Materials. Eine solche Gaskraftanlage nimmt nur einen verhältnismäßig kleinen Raum ein, so dass man behufs Aufstellung derselben keine besonderen Baulichkeiten braucht. Das Verfahren der Gaserzeugung ist sehr einfach und bedarf deshalb eine solche Anlage keiner schwierigen Wartung. Ein erheblicher Vortheil der Anlage liegt auch in dem Umstande, dass dieselbe weder eine Kesseleinmauerung, noch einen hohen Schornstein braucht. Der Gas-

behälter dient als Regulator und hat den Zweck, die ungleichmäßige Gasentnahme, wie sie durch den schwankenden Betrieb bedingt ist, auszugleichen. Die Ausnützung des Brennstoffes im Generator beträgt 80—82%, so dass eine solche Anlage einen besseren Wirkungsgrad besitzt, als eine Dampfkraftanlage. Da sich als Material der Torfkoks bestens bewährt hat, ist der Landwirt in der Lage, seinen Torf in vorzüglicher Weise zur Erzeugung elektrischer Arbeit zu verwenden. Dadurch, dass man imstande war, leicht die zum Betriebe von Gasmotoren nöthige Gasmenge zu beschaffen, nahm der Gasmotorenbau einen großen Aufschwung. Heute werden Gasmotoren gebaut, die mehrere hunderte von *PS* besitzen. Zum Zwecke der Erzeugung von elektrischer Arbeit ist die Gasmaschine (bis 500 *PS*) gewöhnlich unmittelbar mit der Dynamomaschine gekuppelt. Die Gasmotoren waren auch anläßlich der Pariser Weltausstellung hervorragend vertreten.

In der Centralstation kommen, wenn Gleichstrom erzeugt wird, gewöhnlich 2 Dynamomaschinen zur Aufstellung. Die eine besitzt eine Klemmenspannung von 110 Volt und dient zur Lieferung des Stromes für die elektrische Beleuchtung und die kleinen Wirtschaftsmaschinen. Die zweite Dynamomaschine ist eine Hochspannungsmaschine, die eine Klemmenspannung von 500—550 Volt besitzt. Der hochgespannte Strom dieser Maschine wird auf die Felder geleitet und dient zum Betriebe der Maschinen, die für die Bodenbearbeitung und das Dreschen bestimmt sind. Außer dem Gleichstrom findet auch der Drehstrom im landwirthschaftlichen Betriebe Anwendung. Damit infolge des schwankenden Kraftbedarfes keine Störung der Beleuchtung eintrete, wird das Kraftnetz oft vom Beleuchtungsnetz gesondert. Man verwendet vielfach auch in der Centrale Drehstromgeneratoren, deren Gleichstrom-Erregermaschinen eine solche Stärke besitzen, dass sie außer dem Gleichstrom für die Erregung auch noch den für die elektrische Beleuchtung zu liefern imstande sind.

Um einerseits zur Zeit, wo die Kraftanlage nicht im Betriebe steht, leicht Strom erzeugen zu können, andererseits um auch eine transportable Stromquelle zur Verfügung zu haben, wird meist in den Betrieben ein „Benzin-Elektrolokomobil“ verwendet. Auf einem Wagen ist ein mit einer Dynamomaschine unmittelbar gekuppelter Benzinmotor montiert. Akkumulatoren werden in der Primärstation gewöhnlich zum Zwecke der Unterstützung der Dynamomaschinen und zum Ausgleich der Kraftschwankungen aufgestellt.

26. Die elektrischen Leitungen. Die Leitungen bestehen gewöhnlich aus Kupferdraht. Gleichstrom verwendet man bis auf eine Entfernung von $1^1/_2$ *km* von der Primärstation. Hat das Gut eine

größere Ausdehnung, so dass die elektrische Arbeit auf größere Entfernungen als $1^1/_2$ *km* übertragen werden muss, dann kommt Drehstrom mit einer Spannung von 5000—10000 Volt zur Anwendung. Wenn die größte Entfernung von der elektrischen Centrale nicht mehr als 15 *km* beträgt, dann genügt die Spannung von 5000 Volt. Vor der Verwendung des Drehstromes wird seine Spannung durch einen fahrbaren Transformator herabtransformiert. Das ganze Gebiet des Gutes wird mit einem Netz fest verlegter Leitungen versehen, und die Betriebsmotoren werden an dieses Netz mittels provisorisch verlegter, beweglicher Leitungen angeschlossen. Zur Befestigung der Kupferleitungen des Netzes dienen Holzmaste in Entfernungen von 30—40 *m*, an denen sich Isolatoren in einer Höhe von 6—8 *m* über dem Erdboden befinden. Wenn das Leitungsnetz eine größere Ausdehnung besitzt, dann verwendet man oft statt der Kupferdrähte Siliciumbronzedrähte. Diese haben zwar eine geringere Leitfähigkeit, als die Kupferdrähte, jedoch eine größere Festigkeit, so dass man die tragenden Maste in Entfernungen von 60—70 *m* von einander aufstellen kann. Die beweglichen Leitungen bestehen aus zusammengeflochtenen, isolierten Drähten, welches Kabel zum Schutze gegen mechanische Einflüsse eine schützende Hülle bekommt. Die Kabel werden auf sogenannten Kabeltrommeln aufgewickelt. Solche Kabeltrommeln sind fahrbar. Zwischen den einzelnen Leitungen besteht gewöhnlich eine Entfernung von 1000 *m*, so dass man mit Hilfe von 600—700 *m* langen Kabeln bequem bis an jede Stelle zwischen 2 Leitungen gelangen kann. Zum Schutze von Menschen und Thieren werden unterhalb der Fernleitungen, besonders dann, wenn sie hochgespannten Wechselstrom führen, Schutznetze angebracht.

27. Stationäre Antriebe. Solche Antriebe erhalten eine ganze Reihe in der Landwirtschaft verwendeter Maschinen und Apparate, wie z. B. die Häckselschneidmaschinen, die Wasserpumpen, die Maschinen in den Meiereien und Brennereien u. s. w. Die Übertragung der Arbeit vom Elektromotor auf die Maschine erfolgt entweder so, dass der Motor mit der Maschine unmittelbar gekuppelt wird, oder mittels Riemen.

Besonders wichtig ist der Betrieb der Pumpen zum Zwecke der Entwässerung und Bewässerung der Wirtschaft. Tiefer liegende Theile des Gutes in der Nähe von Wasserläufen werden im Frühjahre oft überschwemmt, und oft dauert es lange bis das Wasser sich wieder soweit verläuft, dass mit der Bearbeitung des Bodens begonnen werden kann. Solche Gebiete deicht man ein und senkt mittels Pumpwerken den Wasserstand innerhalb dieses Gebietes. Oft werden auch tiefliegende, sumpfige Stellen mittels Pumpen entwässert.

Noch wichtiger als eine Entwässerung ist oft eine richtig angelegte Bewässerung, insbesondere bei der Wiesen-Wirthschaft. Bei dieser Bewässerung hat man gewöhnlich große Wassermengen auf geringe Höhen zu heben. Zu dieser Arbeit verwendet man Centrifugalpumpen, die von Elektromotoren angetrieben werden. Solche Pumpen gelangen auf dem Felde in kleinen Bretterbuden zur Aufstellung und bedürfen beinahe keiner Wartung, weil sie in Abhängigkeit vom höchsten und tiefsten Wasserstande selbstthätig abstellbar eingerichtet werden. Wenn der elektrische Antrieb in der Landwirtschaft immer weitere Fortschritte macht, dann wird es einmal möglich sein, die Felder mittels Maschinen zu berieseln und auf diese Weise die schädliche Wirkung großer Dürre zu verhindern.

28. Transportable Motoren. Motoren bis zu etwa 2 *PS* werden gewöhnlich tragbar, solche höherer Leistung fahrbar eingerichtet. Der Vortheil solcher transportabler Motoren für den landwirtschaftlichen Betrieb ist einleuchtend. Man hat dadurch an jeder Stelle des Feldes, wo nur ein Anschluss an das elektrische Leitungsnetz möglich ist, eine Antriebskraft zur Verfügung. Ein und derselbe Motor kann zum Antriebe verschiedener Maschinen benützt werden. Die Verbindung von Motor und Maschine geschieht mittels Riemen und Riemenscheiben. Wegen des auftretenden Riemenzuges muss der Motorwagen oder der tragbare Motor gegen Verrückung auf dem Boden befestigt werden, wofern man den Motor nicht an der Maschine, etwa durch Anschrauben, befestigen will. In Figur 23 sehen wir den Antrieb einer Dreschmaschine von Seiten eines fahrbaren Elektromotors.

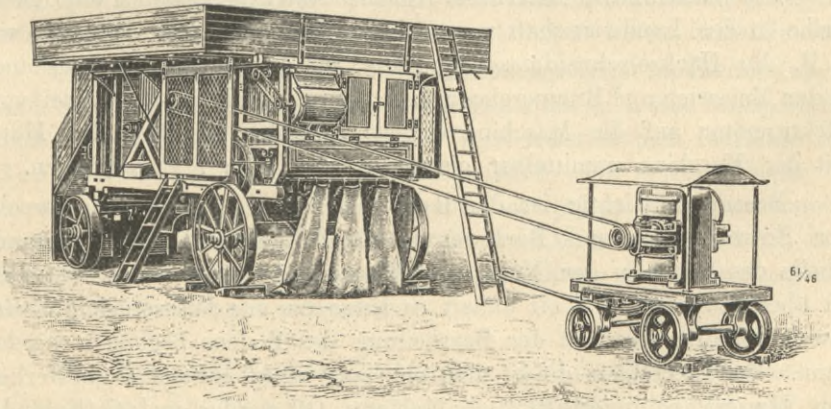


Fig. 23. Dampfdreschmaschine und Elektrolokomobile.

29. Elektrische Pflüge. Verwendet man beim Pflügen Pferde- oder Ochsengespanne, dann erreicht man Furchentiefen von 20—25 *cm*. Will man noch tiefere Furchen pflügen, besonders solche von einer Tiefe von 30—40 *cm*, dann verwendet man Dampfpflüge und in neuerer Zeit elektrische Pflüge. Bei der Verwendung der elektrischen Pflüge wurden die Dampfpflugsysteme, welche sich bewährt hatten, nachgeahmt. Man hat einfach den Kessel und die Dampfmaschine durch den Elektromotor ersetzt. Die wichtigsten Dampfpflugsysteme, die besonders von der Firma John Fowler ausgebildet wurden, sind:

1. Das Zweimaschinensystem.
2. Das Einmaschinensystem mit Dreieckseil.
3. Das Einmaschinensystem mit Viereckseil.
4. Das Umkreiselungssystem.

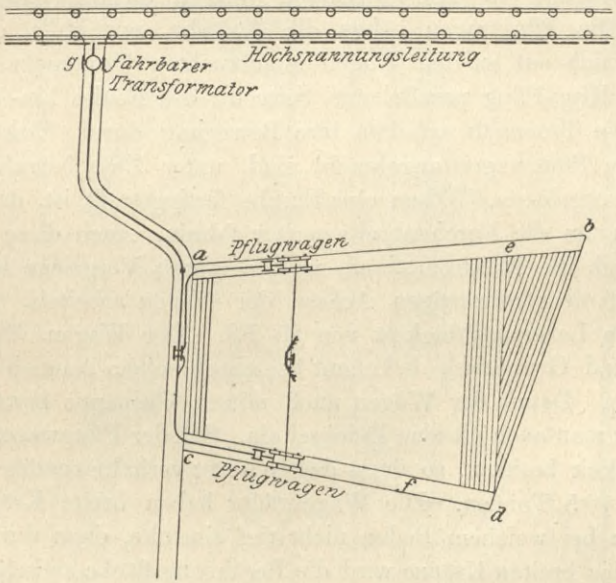


Fig. 24. Disposition eines Feldes mit elektrischem Pflugapparat.

Von diesen 4 Systemen wurde nur das erste, das Zweimaschinensystem für den elektrischen Betrieb eingerichtet, und zwar geschah dies von den Firmen Siemens & Halske A.-G., E.-A.-G. Schuckert & Comp, Union E.-G., Hoppe, Gebr. Körting, Dollberg u. s. w. Ein neueres System für elektrischen Antrieb rührt von Brutschke im Vereine mit mehreren elektrotechnischen Firmen und der Firma A. Borsig in Berlin her, ein anderes von der A.-G. F. Zimmer-

mann & Comp. in Halle a. S. Das von der Siemens & Halske A.-G. in der Domäne Sillium eingerichtete System zeigt die Figur 24. Bei dieser Ausführung wurde eine in der Nähe gelegene Wasserkraft von 40 *PS* zur Erzeugung der elektrischen Arbeit herangezogen und elektrische Pflüge verwendet. Der elektrische Strom, der von der 3—4 *km* entfernt liegenden Wasserkraft der Domäne zugeführt wird, ist Drehstrom mit einer Phasenspannung von 1500 Volt. Vor der Verwendung wird der Strom mittels eines fahrbaren Transformators auf 500 Volt herabtransformiert. In Figur 24 bedeutet *a b c d* das zu bearbeitende Feld. An den beiden Längsseiten *a b* und *c d* des Feldes fahren die elektrisch betriebenen Pflugwagen. Bei *g* ist an die Fernleitung ein fahrbarer Transformator angeschlossen, der den hochgespannten Strom herabtransformiert. Von diesem Transformator gehen Kabelleitungen, welche sich von fahrbaren Kabeltrommeln abwickeln, nach den Pflugwagen; die Kabeltrommeln werden an die Pflugwagen angehängt. Die Pflugwagen haben die Aufgabe, mit Hilfe eines Zugseiles, das sich auf an den Wagen angebrachten Trommeln aufwickeln kann, den Kipp-Pflug parallel zur Seite *a c* des Feldes hin- und herzuziehen. Die Trommeln erhalten ihre Bewegung durch Elektromotoren, die auf den Pflugwagen angebracht sind, unter Zwischenschaltung von Zahnrädervorgelegen. Wenn eine Furche fertiggestellt ist, dann müssen die Wagen um die Furchenbreite weiter fahren. Auch diese Bewegung erfolgt durch die Elektromotoren, welche mittels Vorgelege hoher Übersetzung auf die rückwärtigen Achsen der Wagen arbeiten. Der Motor besitzt eine Leistungsfähigkeit von 25 *PS*. Der Wagen, Figur 25 und 26 (Auf- und Grundriss), bekommt bei maschinellem Antrieb eine Lenkvorrichtung. Damit der Wagen auch mittels Gespanne bewegt werden kann, setzt man auch oft eine Deichsel ein. Soll der Pflugwagen eine hohe Standfestigkeit besitzen, so muss das Gewicht verhältnismäßig groß sein; es beträgt 10·5 Tonnen. Die Wagenräder haben breite Kränze, damit der Wagen bei weichem Boden nicht tief einsinke, denn durch die Anwendung der breiten Kränze wird die Berührungsfläche zwischen Wagenrädern und Boden vergrößert und dadurch der Druck für die Flächeneinheit Berührungsfläche herabgesetzt. Wenn das Feld zwischen den Seiten *a c* und *e d* gepflügt ist, bleibt noch das Dreieck *e b d* zu bearbeiten. Zu diesem Zwecke fährt der eine Pflugwagen von *d* nach *f* zurück, und nun werden innerhalb der Dreiecksfläche *e b d* Furchen gezogen, die zu *b d* parallel und infolge dessen verschieden lang sind. Die Feldstreifen *a b* und *c d* werden gewöhnlich mittels Gespanne gepflügt. Zum Pflügen sind 4 Mann nöthig; je einer auf einem Pflugwagen, einer auf dem Kippflug, um diesen zu lenken, und einer, der neben dem Pfluge her-

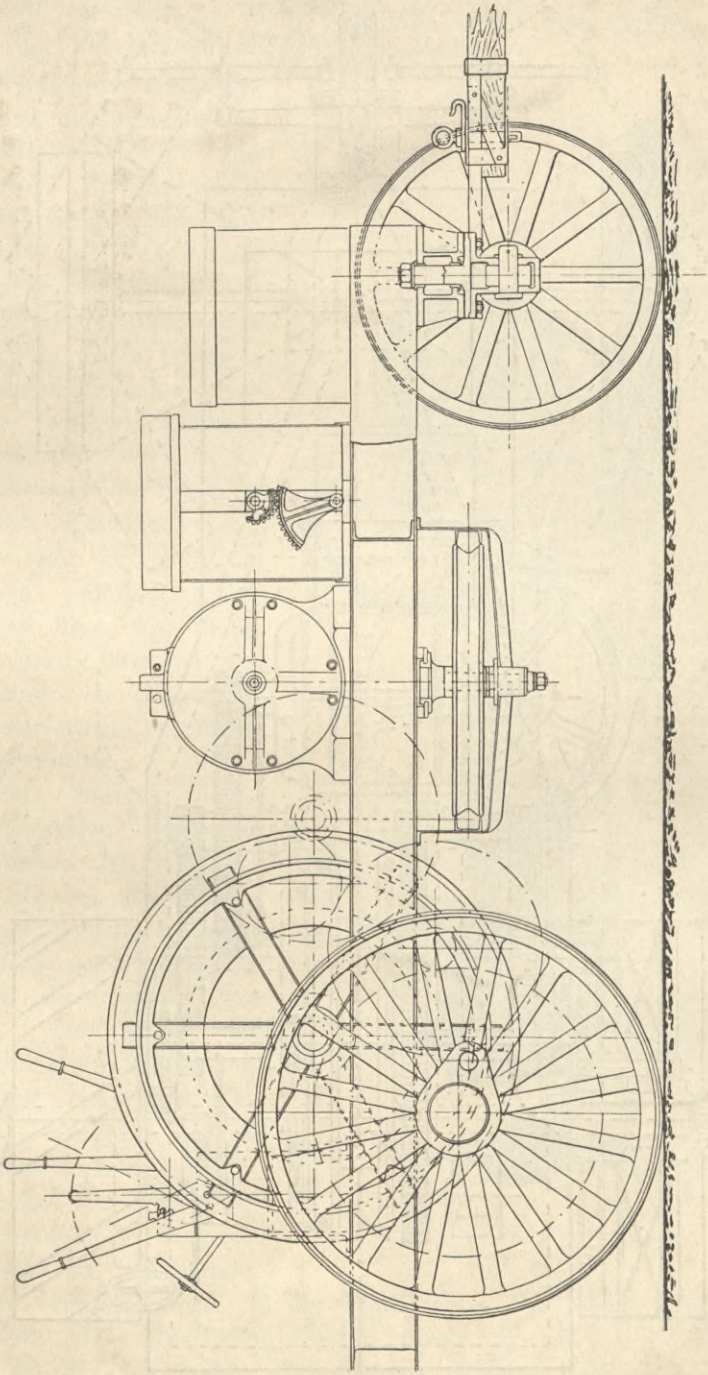


Fig. 25. Pflugwagen mit elektrischem Antrieb.

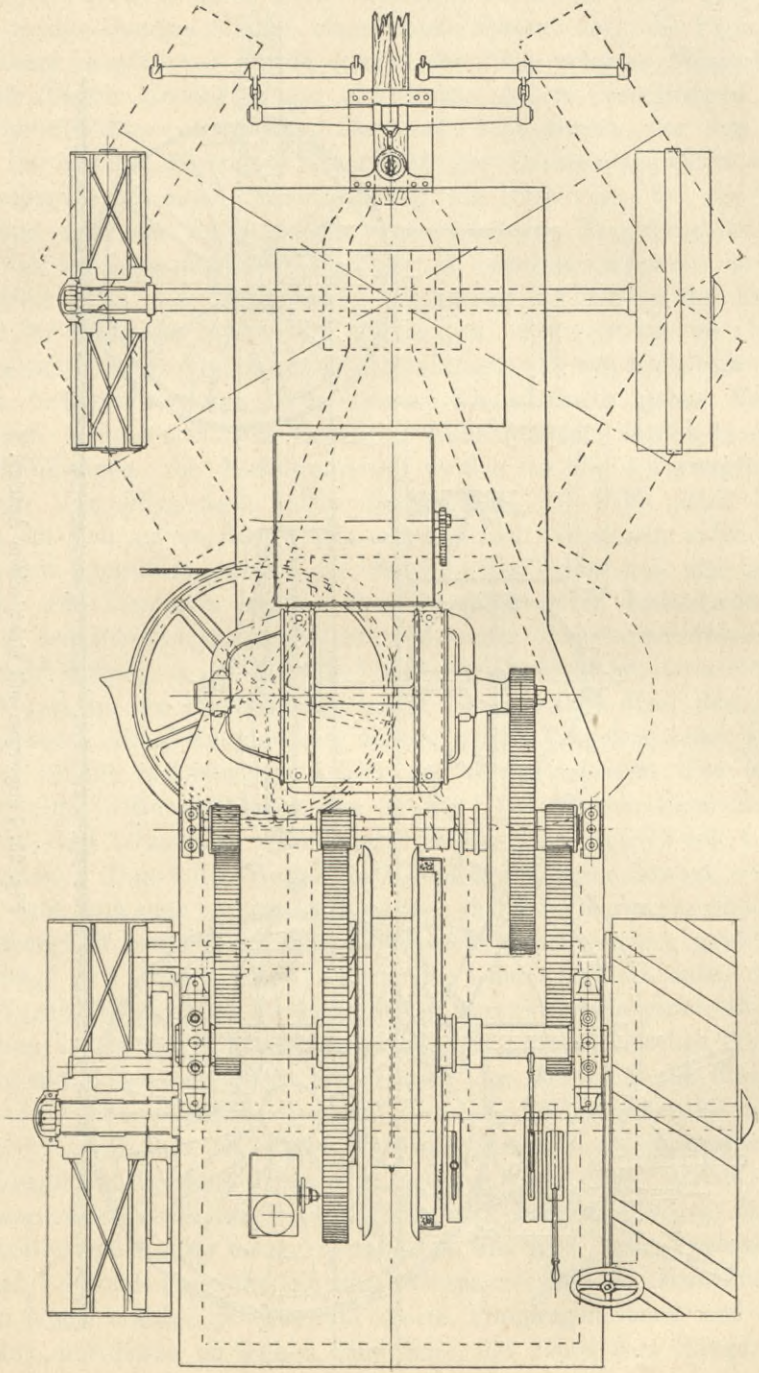


Fig. 26. Pflugwagen mit elektrischem Antrieb.

geht, die verschiedenen Handreichungen leistet und mithilft, an den Enden der Furchen den Kippflug umzulegen.

Ähnlich wie dieses System sind die Systeme von Körting, Schulte und Förster. Erwähnenswert ist, dass beim System von Förster das Pflugseil als elektrische Verbindung zwischen den beiden Pflugwagen dient. Von jedem Pflugwagen geht dann noch ein Kabel zur verlegten Leitung, von welcher der Strom mittels beweglicher Kontaktschiffchen abgenommen wird, so dass man keine Kabeltrommeln benöthigt. Der Nachtheil dieser Anordnung besteht darin, dass sich neben jedem zu pflügenden Felde festverlegte Leitungen befinden müssen.

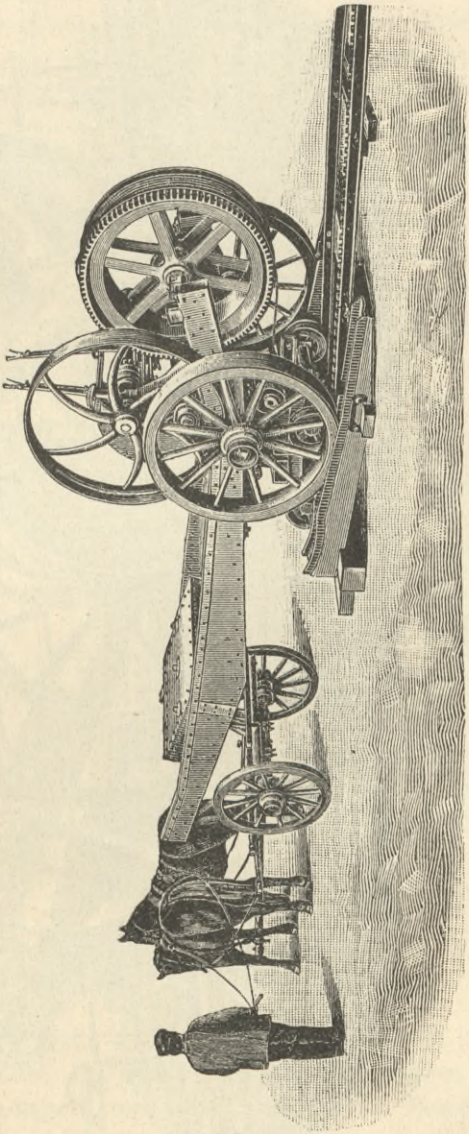


Fig. 27. Elektrischer Pflug (Zweimaschinensystem.)

Ein anderes Zweimaschinensystem ist das von den Firmen Schuckert und Dolberg ausgeführte. Bei diesem Systeme erscheint das Gewicht des Pflugwagens so viel als möglich verringert. Der Wagen ist darum leicht konstruiert und wird auf einer transportable Feldbahn bewegt. Die Antriebsmaschine kann sehr leicht vom Wagen getrennt werden, so dass dadurch das zu befördernde Gewicht verringert wird. In der Figur 27 ist ein solcher Pflugwagen dargestellt. Die Anschaffungskosten dieses Systems sind zwar geringer als die der vorhin besprochenen Systeme, doch erfordern das

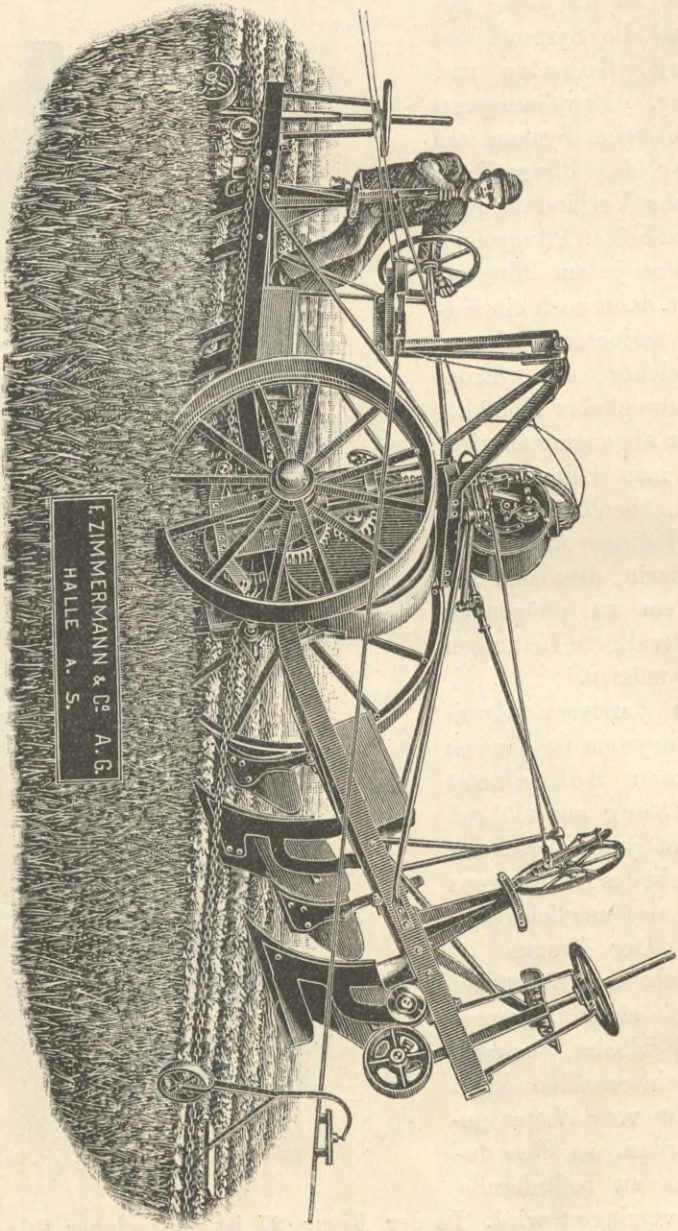


Fig. 28. Zimmermann'scher Kettenpflug.

Trennen des Wagens in die Bestandtheile und das Legen der Geleise Mühe und Zeit.

Das Einmaschinensystem Brutschke-Borsig. Der wesentliche Vortheil aller Einmaschinensysteme liegt darin, dass man nur einer Antriebsmaschine mit Windetrommeln bedarf. Statt der zweiten Maschine verwendet man eine Leitrolle, die auf einem kleinen Wagen gelagert ist, der von einem Erdanker gehalten wird. Will man den Wagen vorwärts bewegen, so muss man den Erdanker heben. Das geschieht auf folgende Weise. Das sich auf der Leitrolle bewegende Seil hat auf derselben noch so viel Reibung, dass man mit der sich drehenden Leitrolle ein Windwerk kuppeln kann, welches den Anker aus dem Boden zieht. Durch die gleiche Kraft wird auch der Ankerwagen vorwärtsbewegt, der sich an einem Hilfsseile vorwärts zieht. Man braucht bei diesem Systeme nur einen Motor und infolge dessen weniger Kabel und weniger Schaltungsgriffe als beim Zweimaschinensystem.

Ein anderes System ist das von der Firma F. Zimmermann & C. angegebene. Bei diesem System befindet sich der Elektromotor auf dem Kippfluge und treibt eine kleine Kettennuss, mit Hilfe welcher sich der Pflug an einer Kette zieht, die längs der herzustellenden Furche gespannt wird. Diese Kette lagert man an den Enden der Furche mittels Erdanker fest, welche man von Hand aus bedienen muß. Die Figur 28 gibt ein Bild des Pfluges, die Figur 29 eine Darstellung des Systemes. Der galvanische Strom wurde bei der ersten Ausführungsform des Systemes dem Motor durch ein bewegliches Kabel zugeführt, das auf kleinen Wagen gelagert war, deren Räderachsen drehbar gelagert waren, so dass sie der Bewegung des Pfluges folgen konnten. Bei späteren Ausführungen wurde der Strom mittels Schiffchen festen Leitungen entnommen.

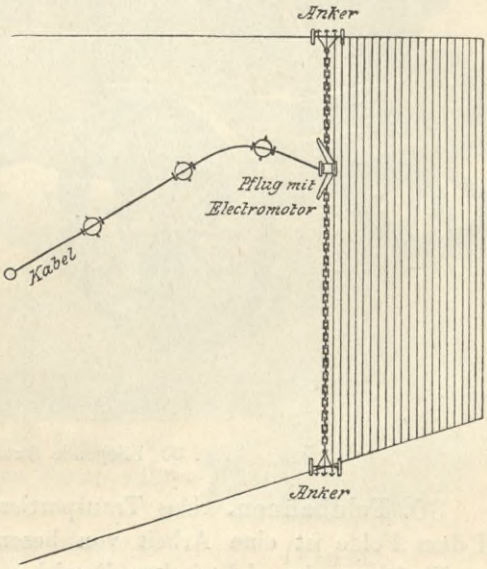


Fig. 29. Disposition des Pflugsystems.

In der Figur 30 ist eine von der Firma Zimmermann konstruierte, fliegende Station zur Stromerzeugung wiedergegeben. Das

Zimmermann'sche System ist für kleinere Motorleistungen von 6—10 *PS* bestimmt.

Die Firma Ganz & Co. in Budapest hat einen Petroleumpflug folgender Einrichtung gebaut. Auf einem Wagen befindet sich ein Petroleummotor, der eine Vorrichtung bethätigt, welche die Spatenarbeit nachahmt, und den Boden auf eine Breite von etwa 2 *m* umwirft. Der Wagen wird auch mit Hilfe des Petroleummotors vorwärts bewegt.

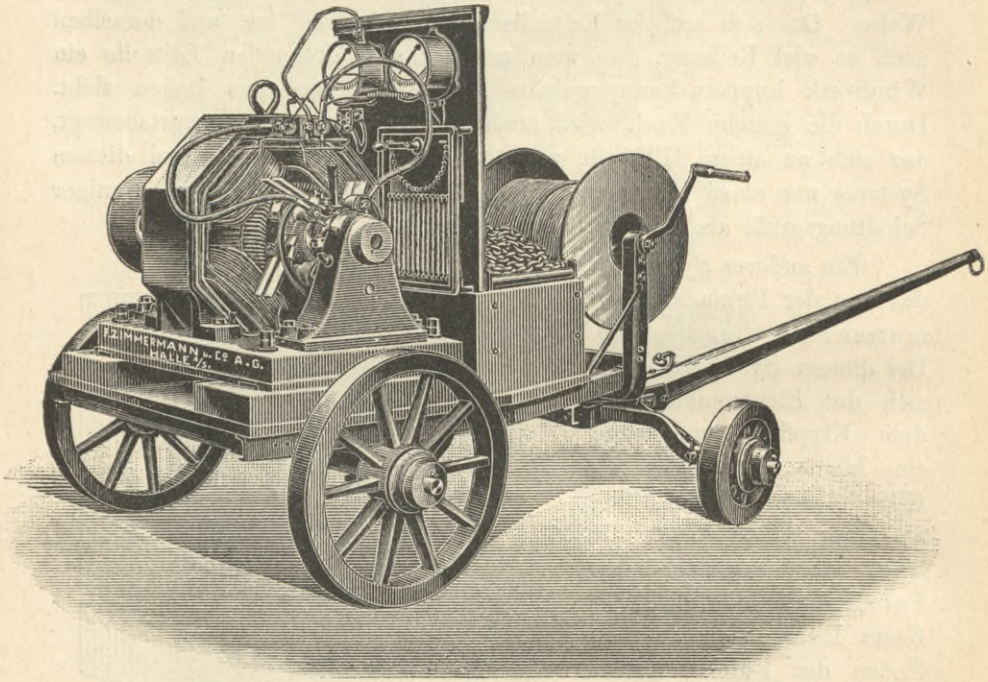


Fig. 30. Fliegende Stromstation.

30. Feldbahnen. Das Transportieren landwirtschaftlicher Güter auf dem Felde ist eine Arbeit von besonderer Bedeutung. Schon vor dem Einführen des elektrischen Betriebes wurde zum Befördern großer Lasten die Hilfe der Dampflokomobile und der Pflugwagen in Anspruch genommen, indem unter Mitwirkung der Seiltrommel und des Zugseiles die Wagen auf die dem Transporte mit Gespanne günstigeren Straßen gezogen wurden. Ein Netz von Geleisen für eine elektrisch betriebene Schmalspurbahn erweist sich für den landwirtschaftlichen Betrieb von großem Vortheile, wenn es so geschickt angelegt ist, dass man es nicht nur zum Transporte von Gütern verwenden kann, sondern auch bei der Vorwärtsbewegung der Pflugwagen und anderer im Betriebe vorkommenden

Maschinen, wie z. B. der transportablen Pumpen etc. Die Figuren 31 bis 33 zeigen drei wichtige Bestandtheile der von der Firma Koppel konstruierten Feldbahn.

Andere in der Landwirtschaft vorkommende Maschinen, die dem Transporte dienen, sind die elektrischen Winden und Aufzüge, die etwa dazu dienen, die Frucht in die Scheunen zu befördern.

31. Elektrische Beleuchtung. (II. Th. 2. B.) Obwohl bis heute die elektrische Beleuchtung in der Landwirtschaft noch keine große Bedeutung gewonnen hat, ist doch vorauszusehen, dass besonders die Bogenlampenbeleuchtung im landwirtschaftlichen Betriebe an Bedeutung gewinnen wird. Die Anwendung transportabler Bogenlampen würde es leicht ermöglichen, auch in der Landwirtschaft nöthigenfalls die Nachtarbeit einzuführen. Damit infolge des ungleichmäßigen Kraftbedarfes kein Zucken der Lampen eintritt, wird es von Vortheil sein, das Beleuchtungsnetz vom Kraftnetz völlig zu trennen.

32. Telephonie. Von besonderem Werte ist auch die Telephonie für die landwirtschaftlichen Betriebe, da es mit Hilfe derselben leicht gelingt, vom Gutshofe aus rasch nach allen Richtungen des Hofes Befehle zu übermitteln.

33. Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes. Der elektrische Betrieb in der Landwirtschaft kann je nach den Anforderungen, die man an ihn stellt, in dreierlei Weise eingerichtet werden.

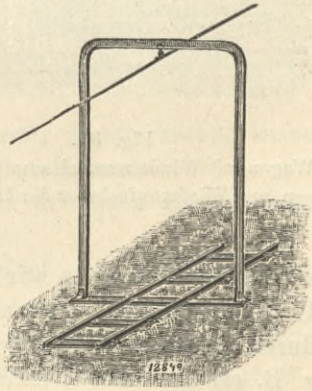


Fig. 31.
Theilstrecke mit Leitungsjoch.

1. Die elektrische Anlage besteht im Wesentlichen aus einem Beleuchtungsnetz. Nur zu Zeiten, in welchen kein Licht gebraucht wird, dient der erzeugte Strom zum Betriebe von Motoren.

2. Die elektrische Anlage dient sowohl Beleuchtungs- als auch Kraftzwecken. Sämmtliche Arbeiten, die sich maschinell leisten lassen, werden mit Hilfe von Elektromotoren verrichtet.

3. Die elektrische Anlage hat nicht nur den Verbrauchsstrom für den landwirtschaftlichen Betrieb zu liefern, sondern auch den für Nebenbetriebe, wie Brennereien, Brauereien und Mühlen, die mit dem landwirtschaftlichen Betrieb in Verbindung stehen.

Im allgemeinen ist es von Vortheil, wenn solche Nebenbetriebe angeschlossen sind, weil dadurch die elektrische Centrale infolge der

größeren und längeren Beanspruchung besser ausgenützt wird. Eigentliche Beleuchtungsanlagen sind nicht zu empfehlen, da die Erzeugung des elektrischen Lichtes immerhin kostspielig ist. Wenn sich jedoch auf einem Gute bereits eine elektrische Centrale für Beleuchtungszwecke befindet, dann wird man ohneweiters daran gehen, Motoren an das Netz zu schalten, natürlich in einem solchen Ausmaße und in solcher Weise, dass dadurch die Beleuchtung nicht gestört wird. Am wirtschaftlichsten ist es natürlich die elektrische Centrale für Licht- und Kraftbedarf zu bauen und zu benützen. Bei der Beantwortung der Frage, ob die Verwendung der Elektricität in der Landwirtschaft wirt-

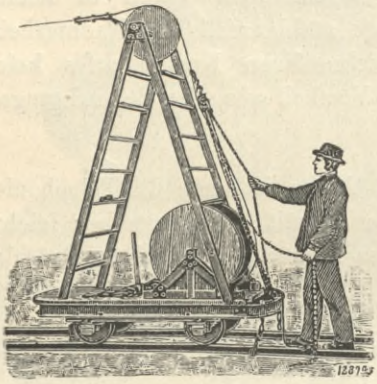


Fig. 32.
Wagen mit Windetrommel zum Niederlegen und Wiederaufnehmen der Leitungen.

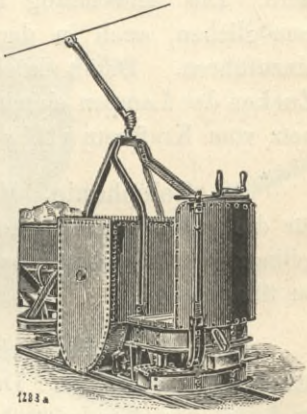


Fig. 33.
Elektrische Lokomotive.

schaftlich ist, müssen wir nicht nur etwaige Ersparnisse im Betriebe in Rechnung ziehen, sondern auch den Umstand berücksichtigen, dass sich durch den elektrischen Betrieb die Ertragfähigkeit des Gutes hebt. So z. B. erlaubt das elektrische Pflügen eine tiefere und bessere Kultur des Bodens, was eine größere Ergiebigkeit des Bodens im Gefolge hat. Die Zahl der Gespanne kann stark verringert werden. Da man jedoch eine gewisse Menge Dünger braucht, wird man statt der Zugthiere, Milch-, Zucht- und Mastthiere in den Ställen halten, welcher Umstand wieder eine Erhöhung des Ertrages in sich schließt. Man wird bei der Beurtheilung der Frage, ob sich die Einführung des elektrischen Betriebes bei einem Gute empfiehlt, mit Vortheil das folgende Bilanz-Schema [1]) verwenden.

---

[1]) Köttgen, Elektrotechnik und Landwirtschaft.

Ausgaben.	Einnahmen.
Landwirtschaftlicher Betrieb ohne elektrische Anlage.	
Gespanne.	
Lokomobile.	
Beleuchtung.	
Landwirtschaftlicher Betrieb mit elektrischer Anlage.	
Gespanne (verminderte Zahl).	Mehrerträge durch bessere Kultur des Bodens.
Milch-, Mast- und Zuchtvieh (an Stelle derselben).	Mehrerträge durch Entwässerung und Bewässerung.
Elektrische Anlage, umfassend sämmtliche Sekundäranlagen für Pflügen, Dreschen, Pumpen etc. Beleuchtung.	Einnahmen aus der Milch-, Mast- und Zuchtviehwirtschaft.

Köttgen führt eine ziffermäßige Rentabilitätsrechnung für mehrere angenommene Fälle des Betriebes durch. Er kommt zu dem Ergebnisse, dass sich eine Steigerung der Einnahmen eines Gutes bei Einführung des elektrischen Betriebes erst dann erwarten lässt, wenn das Gut und der Betrieb größere Ausdehnung besitzen. Selbst bei Gütern, die eine Größe von 1000 Morgen Ackerland besitzen, ist eine Ertragsteigung durch Einführung des elektrischen Betriebes noch fraglich. Der obige empfiehlt die Verwendung der Elektricität in der Landwirtschaft, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Wenn es möglich ist, eine Wasserkraft, deren Fassung keine zu großen Ausgaben für Wasserbauten bedingt, auszunutzen.

2. Wenn eine schon zu anderen Zwecken errichtete Dampfanlage benutzt werden kann.

3. Wenn es möglich ist, ein größeres Gebiet von einer Stelle aus mit Arbeit zu versorgen.

4. Wenn es möglich ist, außer den landwirtschaftlichen Betrieben auch noch andere Betriebe, wie Brennernien, Holzschneidereien u. s. w., an die Centrale anzuschließen, wodurch die jährliche Belastung derselben erhöht werden würde.

5. Wenn große Pflugsysteme (40—70 Pferdestärken) verwendet werden können, welche Bedingung durch Bildung von Genossenschaften in manchen Fällen zu erfüllen sein wird.

6. Wenn Anlagen zur Entwässerung und vor allem Bewässerung an die elektrische Centrale angeschlossen werden.

7. Wenn die elektrischen Betriebe so groß sind, dass es sich verlohnt, eine technisch gebildete Kraft die Leitung derselben führen zu lassen.

34. Kosten der Arbeit. Eine Erweiterung des elektrischen Betriebes führt stets zu wirtschaftlichen Erfolgen. Zur Begründung dieser Behauptung sei an dieser Stelle auch eine kurze Übersicht über den Preis, zu welchem die verschiedenen Kraftquellen arbeiten, wiedergegeben. Als Arbeitseinheit sei die Pferdekraftstunde angenommen, das ist die Arbeit, welche eine Pferdestärke in einer Stunde leistet. Eine Pferdestärke entspricht einer Maschinenleistung, welche in der Sekunde 75 *kg* einen Meter hebt und annähernd der äußersten Leistung eines schweren Pferdes gleich ist. Einbezüglich Verzinsung, Amortisation, Bedienung, Kosten für Kohle, Schmier- und Putzmaterial, beziehungsweise für Futter bei thierischem Betrieb, stellt sich der Erzeugungspreis einer Pferdekraftstunde durch Pferde oder anderes Zugvieh im mittleren deutschen Verhältnisse auf 40 bis 50 Pf.

Bei einer großen stationären Dampfmaschine dagegen 3 bis 7 Pf. Aus dieser Gegenüberstellung erhellt sofort, dass die weitgehendste Verwendung der Maschinenarbeit Vortheile bringt, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind.

1. Die gewählte Kraftübertragung muss die im Großen billig erzeugte mechanische Arbeit mit möglichst geringen Übertragungsverlusten auf die einzelnen Arbeitsstellen vertheilen.

2. Die Kraftübertragung darf keine zu hohe Kapitalsanlage erfordern. Letztere würde die Amortisations- und Verzinsungskosten wesentlich erhöhen, so dass trotz der billigen mechanischen Pferdekraftstunde im Maschinenhause die Pferdekraftstunde am Arbeitsorte theurer werden könnte, als die durch Zugvieh geleistete.

Die elektrische Kraftübertragung erfüllt die gestellten Anforderungen in vorzüglicher Weise. Die Dynamomaschine (Generator), welche mechanische Arbeit in elektrische umsetzt, und der Elektromotor, welcher die elektrische Arbeit wieder in mechanische Bewegung umsetzt, arbeiten mit hohen Wirkungsgraden. Der Gesammtverlust für Generator, Leitung und Motor beträgt im Durchschnitte 25% der zu übertragenden Arbeit. Wir müssen daher für die ganze elektrische Anlage mit einem Wirkungsgrade von 75% rechnen, d. h. für etwa $1^1/_3$ *PS*, welcher die Dampfmaschine leistet, gibt der Elektromotor an jeder beliebigen Arbeitsstelle eine Pferdestärke ab. Dadurch wird die maschinelle Pferdestärke in keiner Weise unzulässig vertheuert. Die Kosten der letzteren werden sich, ausschließlich jener für Amortisation und Verzinsung der elektrischen Anlage, nur auf 5 bis 10 Pf. erhöhen und daher noch wenigstens fünfmal geringer sein als eine Zugvieh-Pferdekraftstunde. Die Kosten der Verzinsung und Amortisation der

Kraftübertragungsanlage (Leitungen und Motoren) sind von den örtlichen Verhältnissen so stark abhängig, dass eine zuverlässige Rentabilitätsberechnung nur für den Einzelfall möglich erscheint. Als ungefährer Durchschnittswert gelten 5 Pf. Dann stellt sich die Pferdestärke, welche der Elektromotor am Arbeitsorte abgibt, auf etwa 10 bis 15 Pf. Dieser Preis stellt sich noch viel günstiger, wenn sich in der Nähe des Gutes ein Elektricitätswerk befindet. Letzteres kann dann seine Lichtmaschinen am Tage ausnützen.

Außer diesen Umständen, welche hauptsächlich von der Art der Kraftübertragung abhängen, ist auch die Art der zu leistenden Arbeit von besonderem Einflusse auf die Entscheidung zwischen dem Maschinenbetrieb und dem Betriebe durch Zugvieh. Bestimmte Arbeiten werden in absehbarer Zeit kaum durch Maschinen geleistet werden können, dagegen wird sich der maschinelle Betrieb bei anderen Arbeiten wesentlich billiger stellen, als der Betrieb durch thierische Kräfte.

Die Viehzucht benöthigt in erster Linie die hofwirtschaftlichen Maschinen. (Häckselschneidemaschinen, Futterquetschen und Wasserpumpen). Der Kraftbedarf dieser Maschinen beträgt $^1/_2$ bis 2 *PS.*, sodass dieselben durch Menschenhände sehr schwer betrieben werden können. Diese Maschinen pflegen außerdem mit ungefähr gleichbleibendem Kraftbedarf zu arbeiten und sind in einer größeren praktischen Wirtschaft auch täglich genügend beschäftigt. In letzterem Falle lohnt sich häufig die Aufstellung eines besonderen Motors. Wenn die Maschinen dagegen nur kurze Zeit beschäftigt sind, entspricht am besten ein fahrbarer Motor für viele gelegentlich arbeitende Maschinen. Dann bildet das geringe Gewicht eines Elekrotmotors einen ganz besonderen Vortheil. Letzterer kann nun abwechselnd an verschiedenen Stellen ausgenutzt werden.

Ein Gebiet für sich bilden die hauswirtschaftlichen Maschinen, insbesondere die Maschinen für Milchwirtschaft. Hier überwiegt der stationäre Motor. Von Fall zu Fall muss darüber entschieden werden, ob man für jede einzelne Arbeitsmaschine einen Elektromotor wählen (Einzelantrieb), oder mehrere in einem Raume aufgestellte Maschinen von einem großen Motor antreiben soll (Gruppenantrieb). Einzeln stehende Maschinen und solche, welche den größten Theil des Tages in Betrieb sind, werden zumeist einzeln angetrieben. Eine Gruppe von Maschinen dagegen, welche abwechselnd betrieben werden, erhalten ihren Antrieb besser durch einen gemeinsamen Motor. Die Leistung des letzteren braucht nicht gleich der ganzen Leistungssumme der Arbeitsmaschinen, sondern nur ein Bruchtheil derselben zu sein.

Für Dreschmaschinen ist je nach ihrer Größe ein Kraftbedarf von 5, 10, 15 und 20 *PS.* erforderlich, sodass, abgesehen von dem sehr ungünstig wirkenden Göpel, nur ein mechanischer Betrieb möglich erscheint. Wählt man z. B. eine 10-pferdige Lokomobile, so betragen die Kosten für die Pferdekraftstunde etwa 15 bis 20 Pf., gegen 8 bis 15 Pf. für einen Elektromotor.

III. Abschnitt.

Die Anwendung der Elektrotechnik in der Schiffahrt.

35. Allgemeines. Die Anwendung der Elektrotechnik bei der Ausrüstung moderner Kriegs- und Handelsschiffe hat in neuerer Zeit bedeutende Fortschritte gemacht. Man hat es schon so weit gebracht, dass eine verhältnismäßig wenig Platz einnehmende, im Schiffsmaschinenraum untergebrachte, elektrische Centralstation imstande ist, den Strom für die verschiedensten Kraft- und Beleuchtungszwecke zu liefern. Von ersteren wäre besonders der elektrische Antrieb von Winden, Krahnen, Pumpen und Ventilatoren von letzteren die allgemeine Beleuchtung des Schiffes, die Scheinwerfer und die Signallichter zu erwähnen. Es hat schwere Arbeit von seiten der Elektrotechnik gekostet, diesen Erfolg zu erringen, denn das Misstrauen gegen die vollständige Betriebssicherheit bei Anwendung des galvanischen Stromes war zu besiegen. Heute würde kein Schiff als ein modernes angesehen werden, in dem nicht der galvanische Strom zur ausgedehntesten Verwendung kommt. Sowohl der für Kraft- als auch für Beleuchtungszwecke dienende Strom wird gewöhnlich von demselben Generator geliefert. Der Energieverlust bei der elektrischen Arbeitsvertheilung ist entschieden kleiner als der bei der Energievertheilung durch Dampfkraft.

36. Maschinen und Apparate. Wir wollen im Folgenden zunächst die von der General Electric Company in Schenectady, N. J. ausgeführten Maschinen und Apparate betrachten, welche diese Gesellschaft bei der elektrischen Ausrüstung der modernen amerikanischen Kriegs- und Handelsschiffe benützt hat. Die Generatoren sind mit den stehenden, schnellaufenden Dampfmaschinen unmittelbar gekuppelt, Figur 34. Diese maschinelle Einrichtung schließt eine bedeutende Platzersparnis in sich. Der Generator ist ein mehrpoliger Gleichstromgenerator mit Kompoundwicklung. Diese Generatoren regulieren sich selbstthätig bis 2% über das Intervall von Leerlauf zu Vollast, ohne dass eine Regelung am Feldrheostaten oder eine Bürstenverstellung noth-

wendig wäre. Die stehende Dampfmaschine besitzt entweder einen oder zwei Cylinder. Die amerikanische Staatsverwaltung hat für ihre Schiffe die Verwendung von Zweicylinderdampfmaschinen angeordnet. Die Maschinen sind mit selbstthätiger Schmierung durch unter Druck stehendes

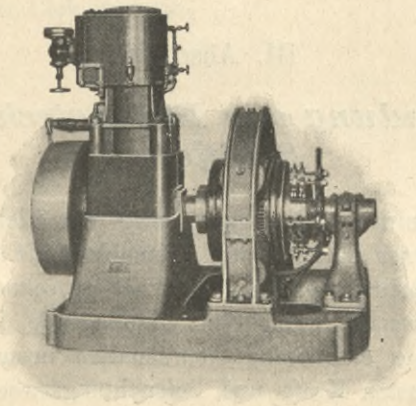


Fig. 34. Dampf-Gleichstrom-Generator.

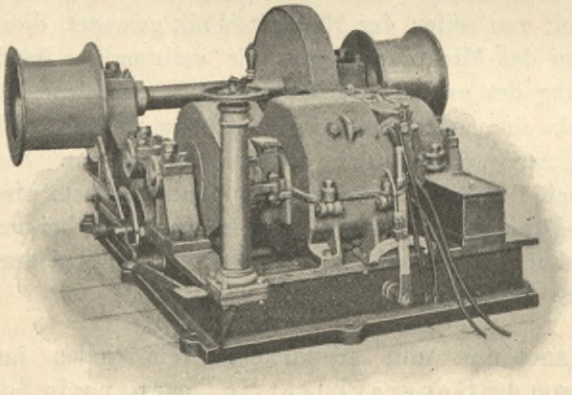


Fig. 35. Winde.

Öl versehen, wodurch die bei dem Gange der Maschine auftretenden Reibungsarbeiten auf einen kleinsten Wert herabgedrückt werden. Außer diesen Genaratoren verwendet die obige Firma zu Schiffszwecken 4-polige Gleichstromgeneratoren, die durch Riemen angetrieben werden. Die Verwendung von Motoren ist eine sehr ausgebreitete. Für die besonderen Zwecke zeigen die Motoren auch besondere Einrichtungen. Außer den fest montierten Motoren sind noch transportable Motoren vorgesehen.

Als Beispiele elektromotorischen Antriebes seien die folgenden angeführt: 1. Fig. 35 zeigt eine elektrisch angetriebene Winde. 2. Ein auf Deck befindlicher elektrisch betriebener Krahn. 3. Die besonders interessante Konstruktion eines elektrisch betriebenen Ventilators, Fig. 36. Von ganz besonderer Bedeutung sind die elektrischen Scheinwerfer. Einen solchen von derselben Firma zu Schiffszwecken gebauten Apparat zeigt die Figur 37. Der in den Scheinwerfern zur Verwendung kommende

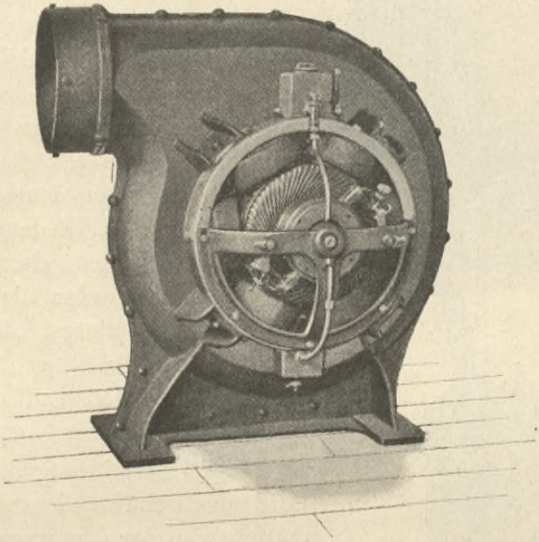


Fig. 36. Ventilator.

Lichtbogen ist ein Gleichstromlichtbogen. Die Kohlen sind entweder senkrecht oder wagrecht angeordnet und beide selbstthätig verstellbar, so dass der Lichtbogen beständig im Brennpunkte des im Apparate befindlichen Spiegels verharrt. Die zur Verwendung kommenden Bogenlampen sind solche mit eingeschlossenem Lichtbogen, sie sind nach außen durch ein Drahtnetz vor Beschädigung geschützt. Sehr kompendiös sind die Schaltbretter angeordnet.

In neuerer Zeit schafft sich die Elektrotechnik auch in der mächtig emporstrebenden, deutschen Marine ein reiches Arbeitsfeld. Die elektrische Anlage auf modernen deutschen Kriegsschiffen hat eine ganz bedeutende Größe.[1]) Die Primäranlage auf dem „Fürst Bismark“ besitzt eine Leistung von 325 KW. Dieselbe speist rund 900 Lampen, 44 Motoren von insgesammt 150 KW., 5 Scheinwerfer von zusammen 90 KW., ferner noch verschiedene Signallampen, Telegraphen- und Telephon-

[1]) Grauert, Elektrotechnische Zeitschrift 1900, S. 970 ff.

apparate. Das Kabelnetz hat eine Länge von 33 *km*, wobei die mehradrigen Telegraphen- und Telephonkabel nur mit ihrer einfachen Länge gerechnet sind. Die gesammte Anlage wiegt 103·5 *t* und kostete 280.000 Mark. Die verwendeten Scheinwerfer sind solche Schuckert'scher Konstruktion von 4000 HK. Leuchtkraft, welche mit Glasparabolspiegeln, Doppelstreuern, Irisblenden und Jalousieapparaten versehen sind. Diese Scheinwerfer werden von Orten, die sich in der Nähe der Kommandostellen befinden, mit Hilfe von elektrischen Bewegungsvorrichtungen eingestellt. Der elektrische Kraftbetrieb hat in der deutschen Marine seit dem gelungenen Versuche auf dem deutschen Kriegsschiffe „Aegir" an Bedeutung sehr gewonnen. Auf den modernen deutschen Kriegsschiffen werden die Ventilatoren, die Munitionsaufzüge, die Geschützschwenkwerke bis zu 15 *cm* Kaliber, die Kohlenwinden und die leichteren Bootswinden elektrisch angetrieben.

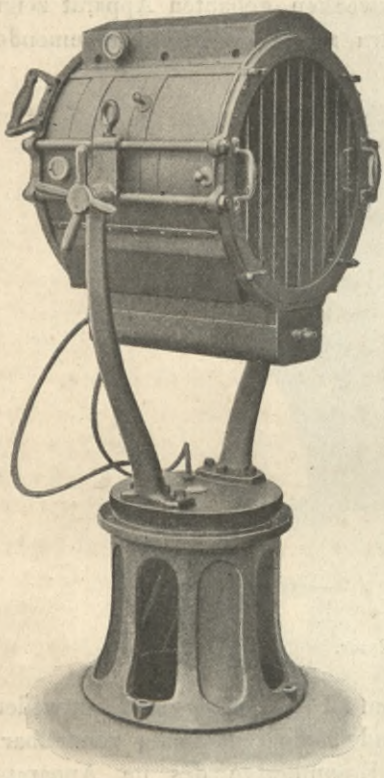


Fig. 37. Scheinwerfer.

Zur Übermittlung von Befehlen an Bord des Schiffes dienen elektrich bethätigte Zeigerapparate. Solche Apparate gibt es verschiedener Konstruktion. Bei dem Apparat von Schuckert besitzt der Empfänger eine Reihe im Kreise angeordneter Elektromagnete. Der mit dem Zeiger in Verbindung stehende Anker ist ein kräftiger, zweipoliger Elektromagnet, der sich immer in die Richtung solcher zweier gegenüberliegender Elektromagnete einstellt, welche gerade erregt sind. Die entsprechende Erregung der Feldmagnete erfolgt durch einen im Geberapparate angeordneten Kommutator. Dieser Apparat kann nicht nur dazu verwendet werden, Befehle zu übertragen, sondern auch dazu, die jeweilige Stellung des Ruders anzugeben. Im Falle der ersteren Verwendung geschieht die Bethätigung des Geberapparates von Hand aus, im letzteren Falle von seiten des Ruders. Geschehen nun die Einstellungen des Apparates rasch, was ja bei den Übermittlungen von Befehlen gewöhnlich der Fall ist, dann kommt es vor, dass der Anker entweder den raschen Impulsen nicht folgt, oder, bethätigt, über das

Ziel schießt. Dieser Apparat erscheint darum nur dann gut verwendbar, wenn es sich um langsame Bethätigungen handelt, wie etwa in dem Falle des Anzeigens der jeweiligen Ruderstellungen. Ein Nachtheil des Apparates liegt in dem Umstande, dass der Schiffskompas von dem großen, rotierenden Elektromagnet beeinflusst wird.

Siemens & Halske A.-G. haben einen ähnlichen Apparat gebaut. Derselbe enthält nur 3 Magnetpaare. Innerhalb dieses Magnetsystems rotiert ein Eisenstäbchen, dessen Masse auf das möglichst geringe Maß reduciert ist. Durch die Anbringung einer Schneckenübersetzung auf die Zeigerachse gelingt es, beliebig viele Kommandos zu übermitteln. Diese Apparate finden in der deutschen Marine ausgedehnteste Verwendung.

Interessant ist der Kommandoapparat der Union E.-G. Als Empfangsapparat dient bei diesem Systeme ein Präcisionsspannungszeiger, dessen Theilung den zu übertragenden Befehlen entspricht. Die Bethätigung des Apparetes erfolgt mit Hilfe eines in den Stromkreis des Apparates geschalteten Regulierwiderstandes. Diese Apparate erfordern wenige Leitungsdrähte, beanspruchen einen geringen Raum und lassen sich leicht auswechseln. Bei Isolationsfehlern im äußeren Stromkreise zeigen die Apparate natürlich falsch.

Die Allgemeine E.-G. baut Apparate nach dem Drehfeldsystem Weber, doch zeigten diese Apparate noch bis vor kurzem den Fehler einer geringen Zeigerdämpfung.

Andere, zur Übertragung von Befehlen und Meldungen an Bord eines Schiffes dienende Apparate sind die Sprachrohre und die fernsprechenden Telephone von Siemens & Halske A.-G.

Zahlreich sind die Versuche elektrisch betriebene Boote zu verwenden. Zur Zeit der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900 z. B. bildete sich in Paris eine eigene Aktiengesellschaft zum Zwecke, die Seine von solchen Booten befahren zu lassen. Für die deutsche Marine wurde in der Kieler Werft ein elektrisch betriebenes Versuchsboot gebaut. Dasselbe besitzt ein Deplacement oder eine Wasserverdrängung von etwa 12 *t*. Der Betriebsmotor ist ein 18 HP Gleichstrommotor der Union E.-G. Derselbe erhält seinen Strom von einer Akkumulatorenbatterie, welche aus 84 Elementen besteht, deren Kapacität 390 A.-Std. bei 6-stündiger und 325 A.-Std. bei 3-stündiger Entladung beträgt. Bei der Probefahrt erreichte das Boot eine Höchstgeschwindigkeit von 8 Knoten.

Die Dynamomaschinen werden von den Dampfmaschinen unmittelbar angetrieben. Der Betriebsstrom ist Gleichstrom. Ausschlaggebend für die Verwendung dieser Stromart sind: 1. Die Nothwendigkeit, die Scheinwerfer, die einen bedeutenden Theil der auf einem Schiffe erzeug-

ten elektrischen Arbeit verbrauchen, mit Gleichstrom zu versorgen, da sich nur der Gleichstromlichtbogen für die Zwecke des Scheinwerfers eignet. 2. Der Umstand, dass für motorische Zwecke die Gleichstrommotoren den Wechsel- und Drehstrommotoren an Bord eines Schiffes vorzuziehen sind, da es sich bei der elektrischen Arbeitsübertragung in diesem Falle nur um geringe Entfernungen handelt.

Die Betriebsspannung beträgt bei den neueren Schiffen 110 Volt. Jeder Scheinwerfer benöthigt eine Spannung von 59—61 Volt. Da nun jeder Scheinwerfer eine Stromstärke von 120—150 A verbraucht, geht bei Verwendung einer Betriebsspannung von 110 Volt in den Vorschaltwiderständen der Lampen eine bedeutende Arbeitsmenge verloren. Man gieng darum bei den Panzerschiffen der Kaiser Friedrich-Klasse mit der Spannung auf 74 Volt herab. Die Scheinwerfer werden parallel geschaltet und erhalten je einen kleinen Vorschaltwiderstand zum Zwecke der Milderung auftretender Stromstöße. Die Benützung einer niedrigeren Spannung als der Normalspannung von 110 Volt ist jedoch mit Nachtheilen verbunden. Erstens können die Firmen ihre Normalkonstruktionen nicht verwenden, und zweitens ist die Versorgung der Schiffe mit Strom, während sich dieselben in den Werften befinden, erschwert. Bis vor kurzem wurden durchwegs Kompound-Maschinen verwendet. Um das Parallelschalten der Maschinen zu vermeiden, behalf man sich mit einem Generalumschalter. Dieser ermöglichte es, jeden Stromkreis auf jede Maschine zu schalten. Solange auf den Schiffen nur Lichtbetrieb vorhanden war, genügte diese Einrichtung vollständig, da die einzelnen ziemlich gleich belasteten Lichtstromkreise eine genügende Vertheilung der Belastung auf die einzelnen Maschinen ermöglichten. Als auch der Kraftbetrieb auf den Schiffen an Bedeutung gewann, konnte das Parallelschalten der Maschinen nicht mehr umgangen werden. Gleichzeitig gieng man von der Verwendung der Kompoundmaschinen zu jener der Nebenschlussmaschinen über. Figur 38 zeigt das Schaltungsschema des Schiffes „Fürst Bismarck“, der deutschen Kriegsmarine, welches mit Kompoundmaschinen und Generalumschalter versehen ist. Vier seiner Maschinen können jedoch paarweise parallel geschaltet werden. Soll z. B. zu der im Betrieb befindlichen Dynamo I die Dynamo II parallel geschaltet werden, so ist zuerst der Schalter nV, dann der Schalter m_4 zu schließen, alsdann ist die Dynamo II auf die normale Spannung zu bringen. Hierauf wird der Ausschalter mA geschlossen, wodurch ein Ausgleich der etwa eintretenden Spannungsdifferenzen ermöglicht erscheint. Erst jetzt schließt man den Ausschalter m_3, wodurch man die Dynamo II zur Stromabgabe heranzieht. Nur wenn beim langsamen Einschalten des Nebenschlussregulators die Helligkeit der Kontrollglühlampe abnimmt,

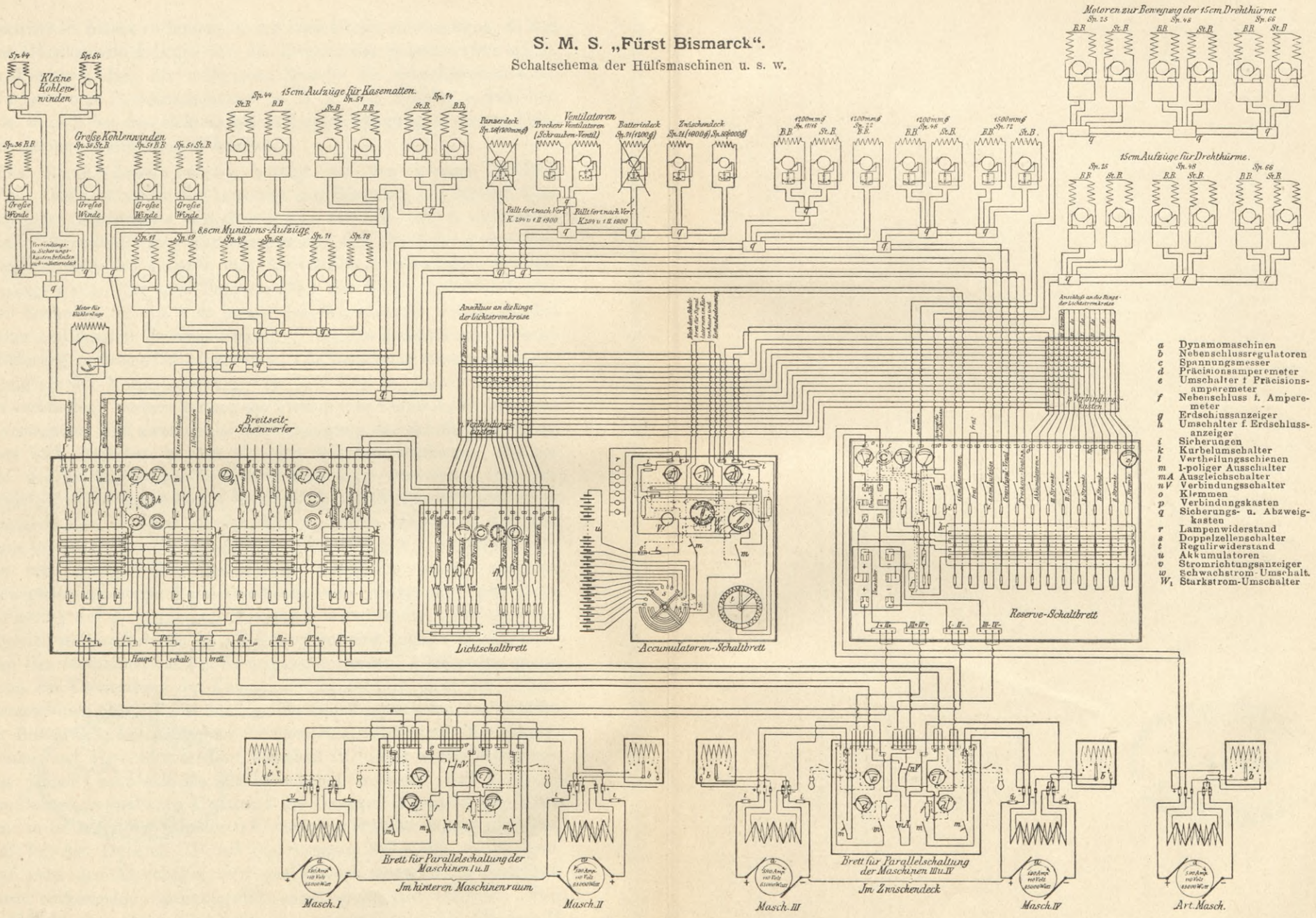


Fig. 38. Schaltschema der Hilfsmaschinen u. s. w.

S. M. S. „Prinz Heinrich“

Stromvertheilungsschema.

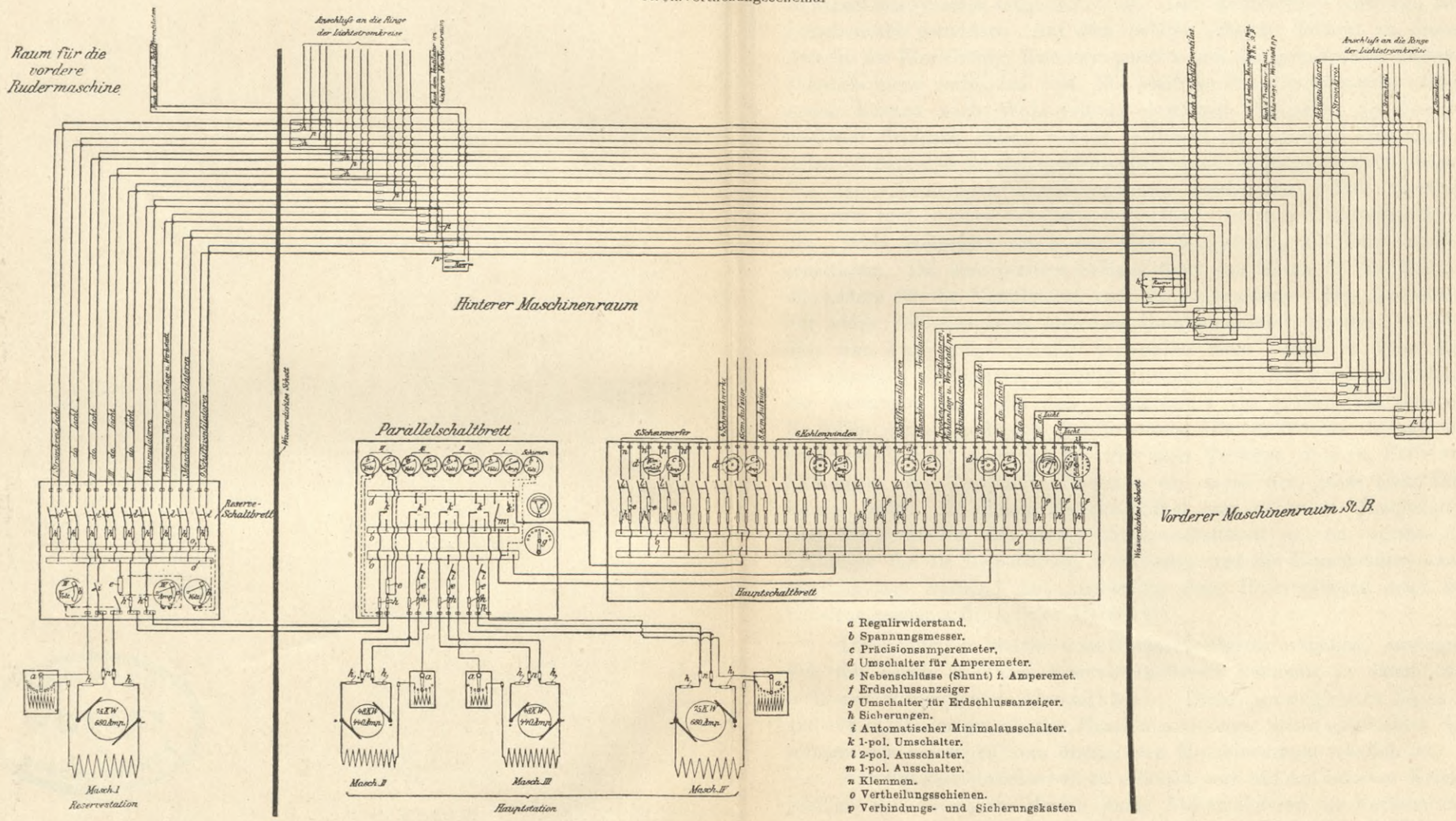


Fig. 39. Stromvertheilungsschema.

sind die Pole richtig. Beim Abschalten der Dynamo wird genau umgekehrt verfahren, also zuerst Ausschalter m_3, dann m A und zuletzt m_4 und n V geöffnet. Figur 39 zeigt das Schaltungsschema des „Prinz Heinrich“, auf welchem Schiffe vollständige Parallelschaltung von Nebenschlussdynamos eingerichtet ist. Der Kraftbetrieb wird von dem Lichtbetriebe gesondert. Auf dem Schiffe „Hagen“ besteht zu diesem Zwecke die Einrichtung, dass zwei positive und eine gemeinsame negative Sammelschiene vorhanden sind. Die positiven Pole der einzelnen Stromkreise können nach Wahl mittels einpoliger Umschalter an eine der positiven Schienen gelegt werden, während die negativen Pole sämmtlicher Stromkreise an der gemeinsamen negativen Sammelschiene liegen. Bei der vollständigen Parallelschaltung werden die beiden positiven Schienen mittels eines Schalters verbunden. In dem Schaltungsschema des „Prinz Heinrich“ sehen wir diese Einrichtung auf dem Parallelschaltbrett. Die eine positive Schiene führt den Strom für die Motoren die andere für die Ventilatoren und die Beleuchtung. Die Anordnung nur eines Schienenpaares auf dem Hauptschaltbrett hat den Vortheil, dass man doppelpolige Schalter verwenden kann. Dadurch kann man die einzelnen Stromkreise schneller abtrennen, was bei der Untersuchung der Leitungen im Falle von Schiffsschluss von großem Vortheile ist. Nachdem beim modernen Schiffsbetriebe die elektrische Anlage ein wichtiges Element geworden ist, trifft man Vorsorge, dass im Falle von Störungen, wie Überfluten, Havarien etc. nicht der ganze elektrische Betrieb leidet. Zu diesem Zwecke ordnet man neben der Hauptstation eine Reservestation mit einem Reserveschaltbrett an, an welches die Leitungen für die Beleuchtung, Ventilation und die Kommandoapparate angeschlossen werden. Die Anordnung einer Reservestation zeigt das Schaltungsschema des „Prinz Heinrich“.

Die Leitungen, welche vom Hauptschaltbrette ausgehen, vereinigen sich mit denen, die vom Reserveschaltbrette kommen, in einem oder mehreren wasserdichten Abzweigkästen. Diese Abzweigkästen liegen in anderen Abtheilungen als die Maschinenstationen, damit ein leichtes Abtrennen der Leitungen vom überfluteten Maschinenraum möglich ist.

Um die Betriebssicherheit zu erhöhen, sind auf den neueren Kriegsschiffen der deutschen Marine auch Akkumulatoren in Verwendung. Diese dienen entweder in Parallelschaltung zur Dynamo als Momentreserve oder als selbständige Stromquelle. In neuerer Zeit werden die Kommandoapparate unmittelbar von Akkumulatoren mit Strom versorgt. Zur Stromversorgung der Signallaternen dient eine Akkumulatorenbatterie mit der gleichen Spannung wie die Maschinenstation, welche parallel zur Primärstation liegt. Während der Nacht muss diese Batterie

im Falle des Versagens der Primärstation alle Signallaternen mit Strom versorgen, während dieselbe während des Tages aufgeladen wird. Für den Betrieb von Telegraphen- und Telephonapparaten dienen zwei Batterien von je 36 Volt, welche abwechselnd geladen und entladen werden. Die Telegraphen liegen an der vollen Spannung einer Batterie, während die Telephone an je zwei Zellen der Batterie angeschlossen sind. Der „Fürst Bismarck“ besitzt eine Akkumulatorenbatterie von 65 Volt, welche der

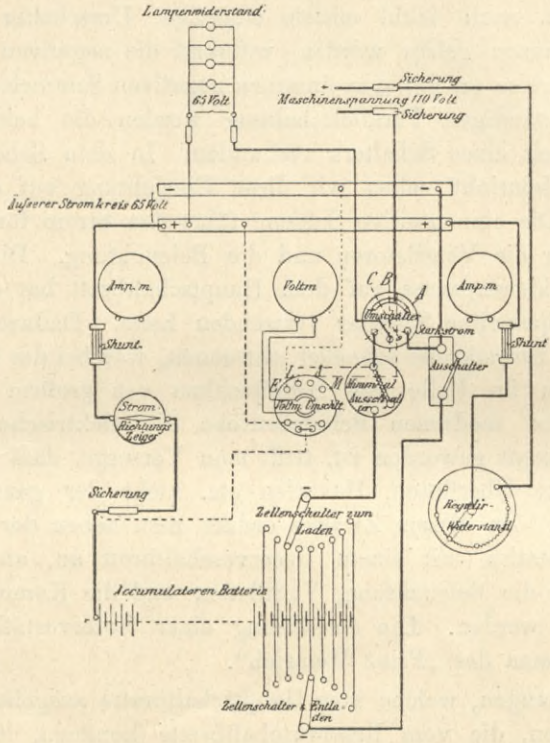


Fig. 40. Schaltskizze des Akkumulatoren-Schaltbrettes.

Stromquelle parallel geschaltet ist. Die Schiffsspannung beträgt dabei 110 Volt. „Kaiser Wilhelm II“ besitzt eine Akkumulatorenbatterie von 74 Volt, welches zugleich auch die Schiffsspannung ist. Figur 40 stellt das Schaltungsschema der Akkumulatorenbatterie des „Fürst Bismarck“ dar. Wir haben vorhin erwähnt, dass die Telegraphen- und die Telephonleitungen gewöhnlich von einer Akkumulatorenbatterie abzweigen. Diese Schaltung birgt die Gefahr in sich, dass beim Versagen der Batterie beide Stromkreise gestört werden. Zur Vermeidung dieses Umstandes kann auch folgende Einrichtung getroffen werden, welche

durch die Figur 41 veranschaulicht ist. Parallel zu einer Primärdynamo liegt eine Akkumulatorenbatterie. Von den Sammelschienen dieser Anlage werden zwei Gleichstrom-Transformatoren gespeist, von welchen jeder Gleichstrom von 35 Volt erzeugt. Der eine dieser Transformatoren speist die Telegraphen- der andere die Telephonanlage. In die Telephonleitungen müssen bei dieser Anordnung Abzweigwiderstände geschaltet werden. Das Schaltbrett ist so eingerichtet, dass jeder Transformator die Speisung jedes Stromkreises übernehmen kann oder auch jeder den Betrieb der Telegraphen und Telephone.

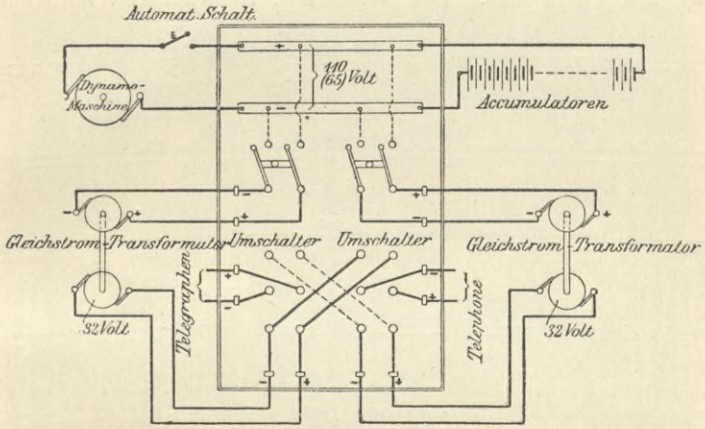


Fig. 41. Schaltskizze für Stromversorgung der Telegraphen und Telephone.

Wir wollen uns nun der Besprechung des Leitungsnetzes zuwenden. Im allgemeinen erhalten die Leitungen getrennte Hin- und Rückleitung. In der Nähe der Kompasse verwendet man koncentrische Kabel oder man lagert die Leitungen dicht nebeneinander, damit die von den einzelnen Leitungen erzeugten Magnetfelder sich gegenseitig womöglich völlig aufheben, und so eine Beeinflussung des Erdfeldes in der Umgebung der Kompasse hintangehalten wird. Man hat auch versucht, den Schiffskörper als Rückleitung für den Strom zu benützen. Das Ergebnis der Versuche war jedoch kein zufriedenstellendes, denn einerseits macht sich ein Schiffsschluss durch seine Einwirkung auf das Personal sehr unangenehm bemerkbar und andererseits gibt er Veranlassung zu Anfressungen des Schiffskörpers. Bei den Torpedobooten verwendet man in neuerer Zeit wieder diese Art der Installation, weil bei diesen Booten die Leitungsanlage einfach ist und weil es bei den Torpedobooten besonders auf die Verminderung des Schiffsgewichtes ankommt. Die verwendeten Kabel sind frei verlegte, stark isolierte Gummikabel in den bewohnten Räumen des Schiffes und eisenbandarmierte

Kabel in den übrigen Räumen. Von der früher gebräuchlich gewesenen Art der Verlegung der Kabel ist man vollständig abgekommen. Die Telegraphen- und Telephonkabel sind mehradrige eisenbandarmierte Bleikabel. Nachdem alle wichtigeren Kabel in geschützten Theilen des Schiffes verlegt sind, wie wir es z. B. aus dem in Figur 42 dargestellten Schiffsquerschnitt ersehen, in welchem die Kabelleitungen durch Punkte bezeichnet sind, geht man daran, die Eisenbandarmierung wegzulassen und statt dessen die Bleikabel lediglich mit einer starken Hanf- oder Juteumspinnung zu versehen, was eine nicht unbedeutende Gewichtsersparung zur Folge hat. Die armierten, mehradrigen Kabel auf dem

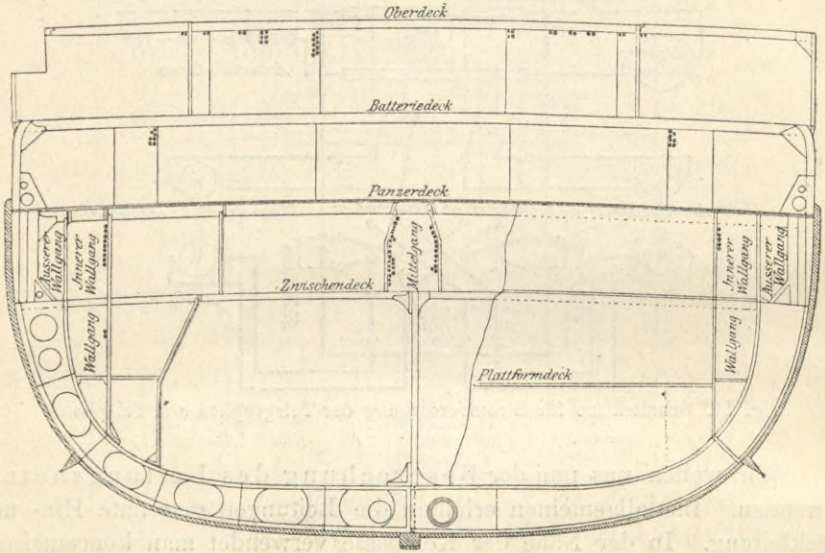


Fig. 42. Schiffsquerschnitt.

„Fürst Bismarck“ wiegen 7600 *kg*, die Armierung allein wiegt 1600 *kg*. Auch die wichtigeren Licht- und Kraftkabel sollen ohne Armierung verlegt werden. Die Kabel werden an den Decks verlegt und mit Schellen aus verzinktem Bandeisen in Abständen von etwa 30 *cm* festgehalten. Interessant ist die Durchführung der Kabel durch die Wände der wasserdichten Decks. Man verwendet hiezu besondere Stopfbüchsen, die ebenso wie bei der Führung der Dampf- und Sprachrohre sowie Wellenleitungen die Abdichtung besorgen. Zum Zwecke der Verbindung von Abzweigleitungen mit den Hauptleitungen sind Abzweigkästen in Verwendung, in denen die Leitungen mittels Klemmenschienen verbunden werden. Die Sicherungen liegen in den Kästen. Die letzteren werden wasserdicht ausgeführt und erhalten wasserdichte Kabeleinfüh-

rungen. Die Einführung dieser Kästen gab auch den Anstoß, die Apparate an Bord des Schiffes wasserdicht auszuführen.

Die Schaltbretter bestehen aus Schiefer. Die Tafeln sind 20 bis 30 *mm* stark und mit Paraffin getränkt, um die hygroskopischen Eigenschaften des Schiefers aufzuheben. Die Umrahmung des Schaltbrettes besteht aus kräftigen Winkeleisen. Zum Zwecke einer elastischen Lagerung des Schaltbrettes in diesem Rahmen, kommen zwischen Rahmen und Schaltbrett Zwischenlagen von Filz. Kleine Schaltbretter wurden auch schon mit gutem Erfolge aus Eisen hergestellt. Diese Schaltbretter

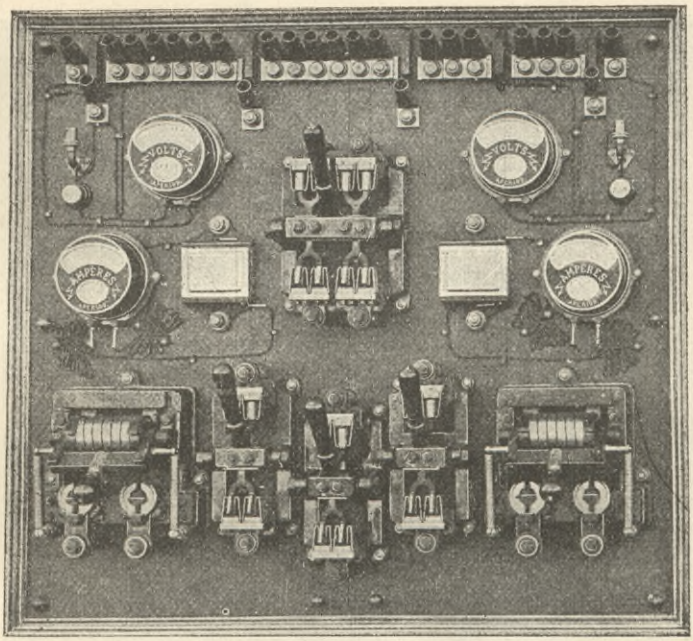


Fig. 43. Parallelschaltbrett. (Vordere Seite.)

besitzen gegen Bruch eine große Festigkeit. Ein Nachtheil derselben liegt in der Schwierigkeit der Ausführung isolierter Befestigungen an solchen Schaltbrettern. Die Leitungen werden an den Schaltbrettern als blanke Kupferschienen verlegt, welche zum Zwecke oberflächlicher Isolierung und des Schutzes gegen Feuchtigkeit mit einem eingebrannten, farbigen Fahrradlack überzogen werden. Als Messinstrumente verwendet man Präcisionsinstrumente. Die Stromzeiger, mit denen man die Stromstärken der einzelnen Stromkreise misst, werden mit Umschaltern versehen, so dass man hiedurch an Instrumenten spart. Zum Zwecke der Anzeige eines Schiffsschlusses wurden früher Weinhold'sche Erd-

schlussprüfer an den Schaltbrettern angebracht. Jetzt verwendet man als Erdschlussanzeiger auf Ohm geaichte Spannungszeiger (Widerstandszeiger). Diese Erdschlussanzeiger können mittels Umschalter auf die verschiedenen Stromkreise geschaltet werden. Die Schaltbrettsicherungen bringt man an der Vorderseite der Schaltbretter an. Figur 43 zeigt die Vorderseite, Figur 44 die Rückseite eines Parallelschaltbrettes.

Die gesammte Leitungsanlage besitzt in der Regel einen Isolationswiderstand von etwa 60.000 Ω, die Dynamos und Motoren im kalten Zustande einen solchen von 500.000 Ω und im erwärmten Zu-

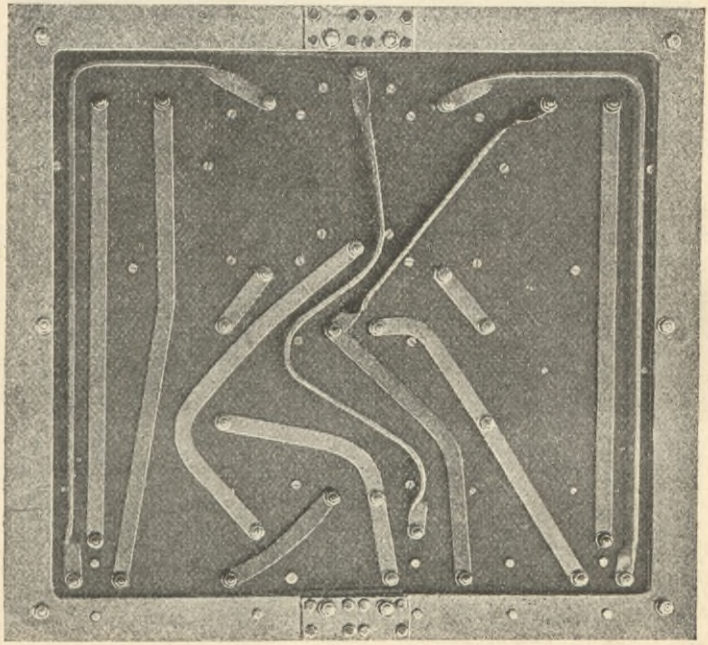


Fig. 44. Parallelschaltbrett. (Rückseite.)

stande, nach einem sechsstündigen Dauerbetriebe, einen solchen von 25.000 Ω.

Die verwendeten Glühlampen (II. Th. 2. B.) besitzen normale Konstruktion. Als Lampenfassung wird die Swan-Fassung in Verwendung genommen, da diese bei Erschütterungen die Lampen am besten gegen das Herausfallen schützt. Für die verschiedenen Lampengehäuse bestehen Normalien.

Die benützten Motoren sind Kapselmotoren, die Ausschalter werden wasserdicht ausgeführt. Eine Hauptforderung bei der Konstruktion

von Dynamos und Motoren für Schiffszwecke ist die möglichster Gewichts- und Raumersparnis. Im Folgenden wollen wir zwei Tabellen anführen, die eine sehr gute Übersicht über den elektrischen Kraftbedarf moderner, deutscher Kriegsschiffe bieten.

Arbeitsverbrauch in Watt.

	Aegir	Sachsen	Hansa	Kaiser Friedrich III.	Fürst Bismarck
1. Lichtanlage	16800	22800	28700	38260	42460
2. Scheinwerfer	26000	19500	82500	55500	82500
3. Schiffsraumventilatoren einschl. d Trockenraumventilatoren	8800	9635	19690	28340	26060
4. Maschinenraumventilatoren	7200	—	—	—	—
5. Bootswinden	68760	—	—	—	—
6. Munitionswinden . . .	36000	—	32560	78440	38390
7. Geschützschwenkwerke	60000	—	8800	8880	8580
8. Heckspill	21600	—	—	—	—
9. Steuerapparat	21840	—	—	—	—
10. Kohlenwinden	—	—	—	74000	60700
11. Kühlanlage	—	—	6600	4500	9900

Größe der Primäranlagen.

Schiffstype	Zahl der Maschinen	Größe jede Watt	Größe Summe Watt	Spannung	Wickelung
1. Sachsen-Klasse . .	3	22750	68250	65	Nebenschluss
2. Hagen-Klasse (nach Umbau)	4	12060	48210	67	Nebenschluss
3. Aegir	3	48000	144000	120	Compound
4. Brandenburg-Klasse	3	24120	72360	67	Nebenschluss
5. Kaiser Friedrich III.	5 { 4	60680	242720	74	Compound
	5 { 1	81400	81400	74	Nebenschluss
6. Hertha-Klasse . .	4 { 3	60500	301500	110	Compound
	4 { 1	52800	52800	110	Nebenschluss
7. Kl. Kreuzer Gazelle	3	24200	72600	110	Compound
8. Torpedo-Div.-Boot $D_{\cdot 9}$	1	3250	3250	65	Nebenschluss
9. Torpedo-Boot $S_{\cdot 90}$.	1	2000	2000	65	Compound

Namen- und Sachverzeichnis.

Die Namen, Firmen und Zeitschriften sind gesperrt gesetzt.

K. und K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen

Vorlesungen

über

mechanische Technologie der Metalle, des Holzes, der Steine und anderer formbarer Materialien.

Von

Friedrich Kick,

k. k. Regierungsrath und Professor an der Technischen Hochschule in Wien.

Mit 689 Abbildungen. Preis *K* 16.— = *M.* 14.—

Es liegen hier wertvolle Fingerzeige vor, die zu neuen Versuchen anregen und in dieser Weise auf den technologischen Unterricht fördernd einwirken werden. Der Verfasser hat auch die Resultate seiner diesen Gegenstand betreffenden, in verschiedenen Werken zerstreuten Arbeiten hier zusammengefasst. Durch den gediegenen sachlichen Inhalt, die präcise, jede Weitschweifigkeit vermeidende Darstellung und die frische Schreibweise wird sich dieses Werk nicht nur unter den Hörern der Hochschule, sondern auch bei den im praktischen Leben stehenden Fachmännern bald viele Freunde erwerben.

Zeitschrift des niederösterr. Gewerbevereines. 1897.

Pechan, Prof. J., **Anleitung zur Ablegung der Heizerprüfung.** (Prüfung der Dampfkesselwärter.) Für Dampfkesselheizer oder Dampfkesselwärter, Dampfmaschinenwärter, Kleingewerbetreibende etc. Zweite vermehrte und verbesserte Aufl. 1897. cart. *K* 1.80. *M.* 1.50.

Die vorliegende zweite Auflage weist in jeder Beziehung die durch die in neuerer Zeit veröffentlichten ministeriellen Bestimmungen nöthig gewordenen Erweiterungen des Inhaltes dieses in der Praxis so rasch beliebt gewordenen Büchleins auf. Sie ist sohin in erhöhtem Maße sowohl den Prüfungscandidaten als auch den schon geprüften Heizern, unter deren Ueberwachung und Aufsicht sich die Prüfungscandidaten für die Ablegung der Heizerprüfung bei dem Betriebe eines Dampfkessels im praktischen Dienste die nöthigen praktischen Fertigkeiten anzueignen haben, als willkommener Rathgeber bezüglich des einzuhaltenden Vorganges bei dem Einschreiten um die Zulassung zur Ablegung der Heizerprüfung (Prüfung der Kesselwärter) dienlich. Als Taschenbuch bildet es aber auch ein sehr schätzenswertes Nachschlagebüchlein für die bereits im Dienste stehenden Dampfkesselwärter, hinsichtlich der für sie wichtigen neueren gesetzlichen Bestimmungen.

Zeitschrift für Elektrotechnik, 1897. Nr. 14.

Pechan, Prof. J., **Leitfaden des Dampfbetriebes** für Dampfkesselheizer und Wärter stationärer Dampfmaschinen, sowie für Fabriksbeamte und Industrielle. Fünfte verbesserte und vermehrte Auflage. 1901. Mit 267 Abbildungen im Text und 8 Figurentafeln. *K* 7.20. *M.* 6.—

Pechan, Prof. J., **Anleitung zur Ablegung der Maschinenwärterprüfung.** (Prüfung der Wärter von Dampfmaschinen.) Für Maschinenwärter im allgemeinen und insbesondere für Wärter von stationären und locomobilen Dampfmaschinen und für Kleingewerbetreibende. 1894. *K* 1.20. *M.* 1.20.

Pechan, Prof. J., **Berechnung der Leistung und des Dampfverbrauches der Zweicylinder-Dampfmaschinen** mit zweistufiger Expansion (Zweifach-Expansion-Dampfmaschinen, Verbundmaschinen, Compoundmaschinen, Tandemmaschinen, Woolfreceivermaschinen, Woolf-Compoundmaschinen.) 1898. Mit 14 Figuren und 48 Tabellen. *K* 9.60. *M.* 8.—

Die Klarheit der Darstellung des Stoffes, welches die bisherigen Werke desselben Verfassers ziert, finden wir auch hier wieder vor; das schwierige Thema, welches zur Behandlung gelangt, erscheint in ausführlicher, präciser Weise bearbeitet, so dass das Werk für einschlägige Berechnungen von Projecten, Begutachtungen und Schätzungen bereits ausgeführter Anlagen eine wertvolle Stütze zu bieten vermag.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines. 1898. Nr. 4.

Pechan, Prof. J., **Leitfaden der Elektromaschinentechnik** mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Beleuchtung, für Vorträge, sowie zum Selbststudium für angehende Elektrotechniker, Maschinenwärter, Mechaniker, Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen, Werkmeister und technische Beamte industrieller Etablissements. 1900. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 276 Figuren. *K* 6.—. *M.* 5.—

Dieses Handbuch ist in erster Linie für den Praktiker geschrieben. Der Stoff ist unter besonderer Berücksichtigung der elektrischen Beleuchtung, sowie der hiermit zusammenhängenden Dynamomaschinen in leichtfasslicher Weise zusammengestellt. Die Anwendung der Berechnungen ist an praktischen Beispielen gezeigt. Es würde zu weit führen auf die Einzelheiten näher einzugehen. Wir können aber das Buch als ein gutes Nachschlagebuch empfehlen.

Haeders Zeitrift für Maschinenbetrieb und Montage. 16. März 1900.