

von 1:100 bis 1:74 zu leisten. Auf diesen Teilstrecken erfordern die $\frac{1}{2}$ -gekuppelten Lokomotiven bei D-Zügen über 40 Achsen Vorspann.

Während der Versuche im Personenzug- und Schnellzugdienst legte die Heißdampflokomotive 965,5 km zurück, leistete dabei 38090 Achskilometer, beförderte daher in jedem Zuge durchschnittlich 39,5 Achsen und verbrauchte dabei im ganzen 79,9 cbm Wasser und 12000 kg Kohle, oder auf 1 Zugkilometer 82,75 kg Wasser und 12,48 kg Kohle. In dem Betrag der Kohle ist der Aufwand für viermaliges Anheizen und für 25 st Ruhe im Feuer auf den Endstationen mit enthalten. Diese Nebenverluste, die etwa $4 \cdot 200 + 25 \cdot 25 = 1425$ kg betragen mögen, eingerechnet, ergibt sich die Verdampfungsziffer zu $79,9 : 12 = 6,66$.

Bei einem in genau derselben Weise vom 3. bis 6. Juni von der Eisenbahndirektion Elberfeld angestellten Versuch mit einer neuen $\frac{1}{2}$ -gekuppelten vierzylindrigen Verbundlokomotive genannter Bauart leistete diese 35322 Achskilometer, beförderte daher in jedem Zuge im mittel 36,6 Achsen und verbrauchte dabei im ganzen 89,0 cbm Wasser und 11950 kg Kohle — Verdampfungsziffer 7,45 —, oder auf ein Zugkilometer 92,18 kg Wasser und 12,38 kg Kohle; d. s. bei gleich-

cher Kohlenmenge 11,4 vH Wasser mehr als die Heißdampflokomotive, oder diese brauchte 10,2 vH Wasser weniger als die Naßdampflokomotive, wobei jedoch zu berücksichtigen ist:

1) daß die Wagenlast der Heißdampflokomotive etwa 8 vH größer war, was bei gebirgigem Gelände sehr in die Wagschale fällt;

2) daß die Züge der Heißdampflokomotive mit »kürzester Fahrzeit«, die der Vergleichslokomotive nur mit »planmäßiger Fahrzeit« gefahren wurden;

3) daß die Heißdampflokomotive auch bei den Zügen mit 43 bzw. 49 Achsen die schwierigen Stellen ohne Vorspann nahm, während die Vergleichslokomotive bei einem Zuge von 40 Achsen auf der Strecke von Hagen bis Block Martfeld durch eine Schublokomotive unterstützt wurde;

4) daß die Heißdampflokomotive nur 12 at, die Vergleichslokomotive dagegen 14 at Kesselüberdruck besaß.

Nach den Ergebnissen dieser Versuche, so kurz sie auch gewesen sein mögen, darf wohl behauptet werden, daß die Lokomotive die ihr gestellte umfangreiche Aufgabe erfüllt hat. Hoffentlich werden demnächst weitere Mitteilungen über Leistung und Bewährung im laufenden Betriebe folgen, die endgültig allein maßgebend sein können. (Schluß folgt.)

Der Betrieb der Valtellina-Bahn mit hochgespanntem Drehstrom.

Von Eugen Cserhádi und Koloman von Kandó.

(Schluß von S. 281)

b) Motoren, Anlafsvorrichtungen, Rheostate und Luftpumpe.

Jedes Drehgestell des Wagens trägt einen Hoch- und einen Niederspannungsmotor, deren Stator an dem Drehgestell befestigt ist, während der Rotor durch eine gegliederte Kupplung mit den Treibrädern verbunden ist. Diese Kupplung, Fig. 54, gestattet bis zu einer gewissen Grenze der Wagenachse freie Bewegung in jeder Richtung; dabei bleibt die Winkelgeschwindigkeit des Räderpaares unverändert. Der Rotor ist auf eine hohle Welle gepreßt, deren lichte Weite so groß ist, daß die Wagenachse dem Spiele der Tragfedern entsprechende Bewegungen ausführen kann. Die hohle Welle ist in den Schilden des Stators gelagert. Durch diese Anordnung ist erreicht, daß kein Bestandteil des Motors ungedrückt ist. Fig. 55 veranschaulicht den Motor, Fig. 56 das fertig montierte Drehgestell.

Der Hochgespannte Strom gelangt in den Stator. Die Bewicklung des Rotors ist so bemessen, daß der darin induzierte Strom nur 300 V Spannung hat. Das Anfahren und die Geschwindigkeitsänderung vollziehen sich daher nur in dem 300-voltigen Stromkreise.

Bekanntlich ist die Umlaufzahl der Drehstrommotoren unveränderlich; sie ist von der Zahl der Polwechsel und der Polzahl des Motors abhängig. Hat man jedoch zwei Motoren, so kann man zwei verschiedene Geschwindigkeiten erreichen, und zwar durch die sogenannte Kaskadenschaltung, welche darin besteht, daß man den induzierten Strom aus dem umlaufenden Teil des einen Motors in den Stator des zweiten führt. In diesem Falle vermindert sich die Umlaufzahl auf die Hälfte.

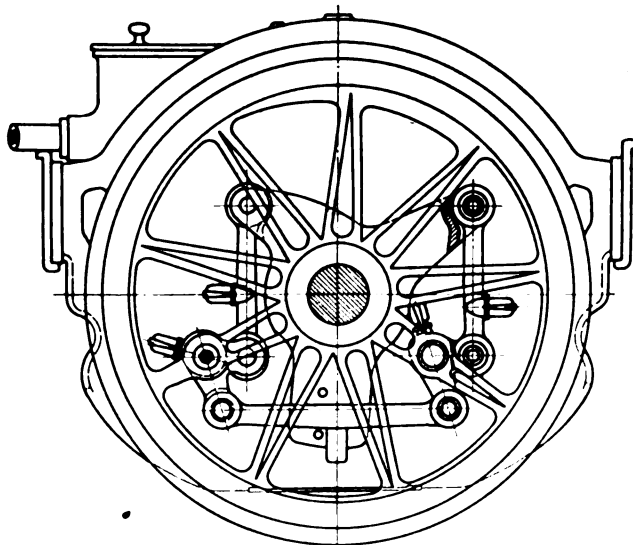
Fig. 57 veranschaulicht das Schaltschema des Wagens; die Verteilung der verschiedenen Vorrichtungen in dem Führerstand zeigen Fig. 58 bis 60. Zusammengeschaltet und getrennt werden die beiden Motoren mithilfe der Anfahr- und Bremsvorrichtung, Fig. 61, deren in jedem Wagen zwei, für jede Fahr- richtung eine, vorhanden und mechanisch durch Kette und Drahtzug miteinander verbunden sind.

Der Hebel der Anfahr- und Bremsvorrichtung hat drei Stellungen. In der Ruhestellung, Fig. 62, sind die Motoren ausgeschaltet und der Luftbahn unbeweglich, in der Stellung für »kleine Geschwindigkeit«, Fig. 63, sind die Motoren in Kaskade geschaltet, in der Stellung für »große Geschwindigkeit«, Fig. 64, sind nur die Hochspannungsmotoren eingeschaltet.

Während des Anfahrens werden in den Stromkreis des Rotors mittels dreier Schleifringe Widerstände eingeschaltet. Der Widerstand vermindert sich in dem Maße, wie sich die Geschwindigkeit des Motors dem Synchronismus nähert. Der Rheostat, Fig. 65, besteht aus einem gußeisernen Kasten mit Kühlrippen, in welchem drei Bündel unten ausgezackter Eisenbleche hängen. In dieses Gefäß wird

Fig. 54.

Kupplung des Motors mit den Rädern.



durch Druckluft Sodalösung von unten hineingepreßt. Solange der Wasserspiegel die Blechbündel nicht erreicht, befinden sich die Motoren in Ruhe, denn die Stromkreise des umlaufenden Teiles sind geöffnet. Sobald aber die Wasseroberfläche die Spitzen der Eisenblechbündel vergrößert, werden die Stromkreise geschlossen, der Motor läuft an, und seine Geschwindigkeit vermehrt sich in dem Maße, wie sich die benetzte Oberfläche der Blechbündel vergrößert. Sobald der Wasserspiegel seinen höchsten Stand erreicht, läuft auch der Motor mit voller Geschwindigkeit, wobei die Stromkreise des Rotors selbsttätig kurzgeschlossen werden. Der Kurzschließer

wird ebenfalls durch Druckluft bewegt. Die Rheostate sind zur Vergrößerung ihrer Kühlfläche mit Kühlrohren versehen. Die Flüssigkeit wird im Rheostat durch Verstellung des Lufthahnes der Anfahrvorrichtung gehoben.

Das Anfahren geschieht wie folgt: Zuerst wird der Schalter der Anfahrvorrichtung auf »kleine Geschwindigkeit« eingestellt, der Lufthahn geöffnet und der Luftzutritt mit einem kleinen Drosselventil ermöglicht; hierdurch wird zunächst der Primärschalter des 3000 voltigen Stromkreises geschlossen, und der Wasserspiegel im Rheostat hebt sich langsam oder schneller, je nach der Stellung des Drosselventiles, bis der Kurzschluss des Rotors erfolgt. Von diesem Zeitpunkt an fährt der Wagen mit halber Geschwindigkeit. Soll auf »große Geschwindigkeit« umgeschaltet werden, so muß man zuerst den Lufthahn schließen, wodurch auch der Primärstrom ausgeschaltet wird. Der Schalter wird auf »große Geschwindigkeit« eingestellt, wodurch der Niederspannungsmotor abgeschaltet wird. Dann werden der Lufthahn und das Drosselventil geöffnet,

worauf der Wagen nach einer gewissen Zeit mit der vollen Geschwindigkeit fährt.

Die beschriebene Art der Geschwindigkeitsregelung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Reihenparallelschaltung der Gleichstrommotoren, und das Anfahren geht ebenso wirtschaftlich vor sich wie bei diesen. Der Wagenführer beobachtet beim Anfahren die unmittelbar vor ihm stehenden Strom- und Spannungsmesser und regelt dementsprechend die Geschwindigkeit des Anfahrens mit dem Drosselventil.

Der Schalter und der Lufthahn der Anfahrvorrichtung

stehen in einer solchen mechanischen Abhängigkeit, daß man die Griffe nur in der beschriebenen Reihenfolge ausführen kann; ferner kann der Lufthahn nur dann bewegt werden, wenn sich der Schalter genau in der Stellung für kleine oder große Geschwindigkeit befindet.

Auf dem Führerstand sind der Kasten für die Abschmelzsicherungen und ein Schalter für den Kompressormotor untergebracht. Letzterer hat drei Stellungen; in der ersten sind der Ausschalter und der

Fig. 55. Räderpaar mit Motor.

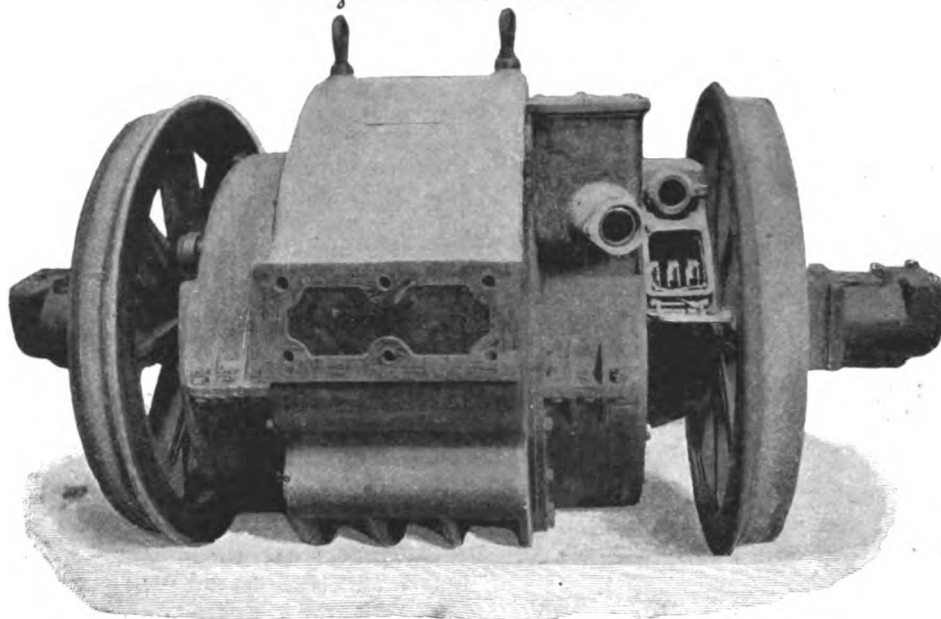
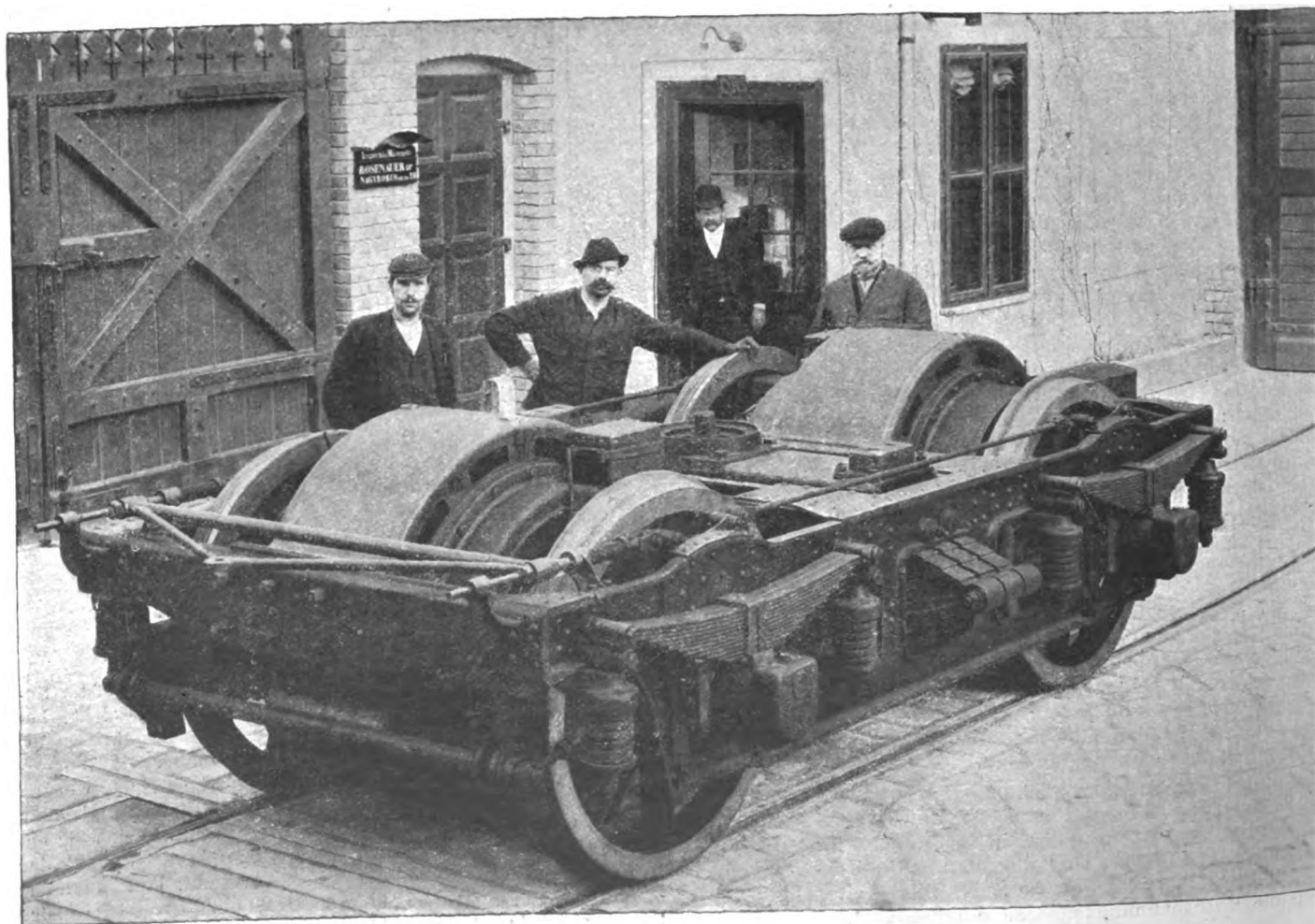


Fig. 56. Drehgestell mit Motoren.



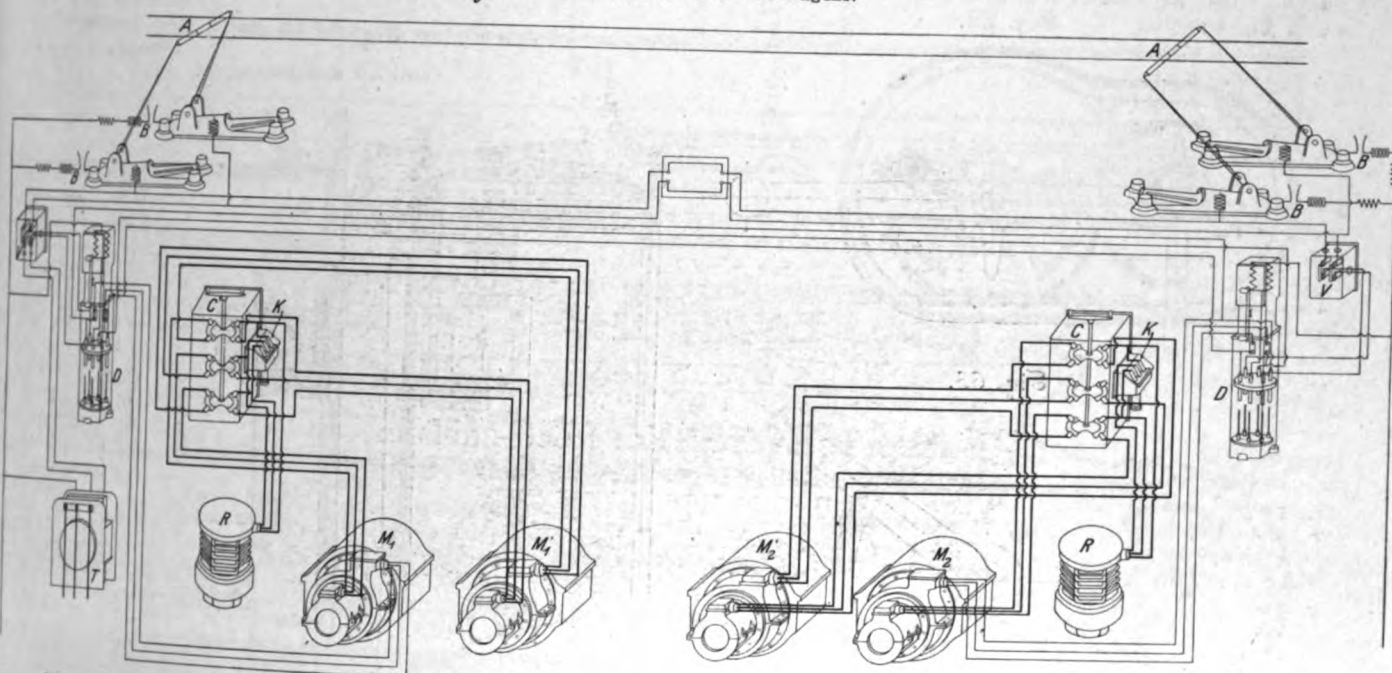
selbsttätige Ausschalter des Kompressormotors, der unten näher beschrieben worden wird, in Reihe, in der zweiten Stellung parallel, in der dritten beide ausgeschaltet. Wird der selbsttätige Ausschalter unbrauchbar, so kann der Wagenführer den Luftkompressor vonhand aus- oder einschalten.

Auf dem Führerstand befinden sich ferner der Hahn der Westinghouse-Bremse, eine Handbremse und eine Luftpumpe für Handbetrieb, um den Stromabnehmer auch in dem Falle

anheben zu können, wenn im Luftbehälter kein Druck vorhanden ist; schließlich ein Ventil für die Luftpeife.

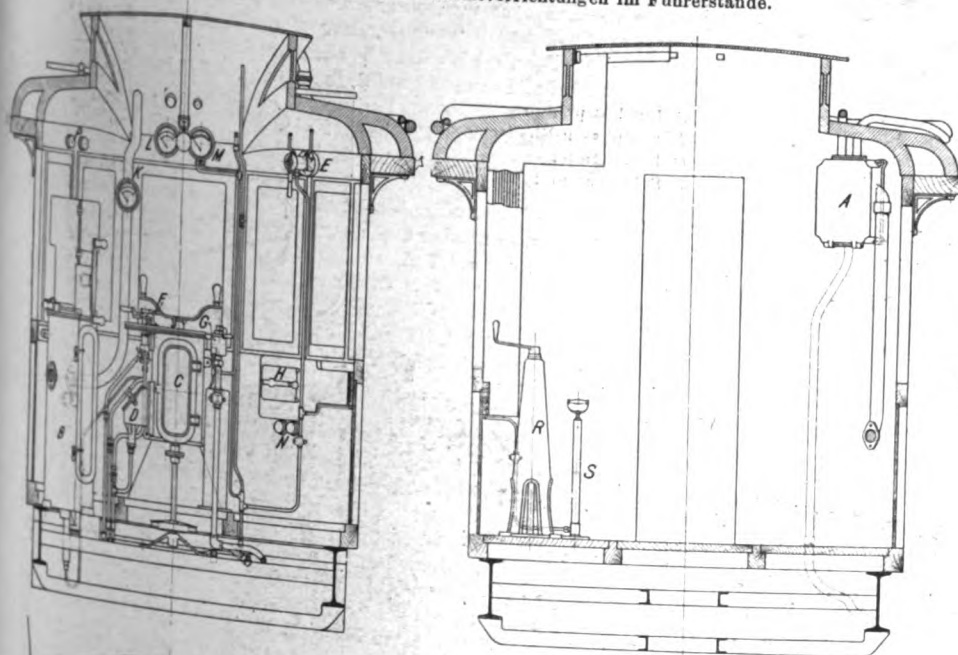
Der Luftkompressor samt Motor, der Luftbehälter und ein selbsttätiger Schalter sind, wie bereits erwähnt, in einem besonderen Abteil, Fig. 66 bis 68, untergebracht. Der Automat schaltet den Motor ein oder aus, je nachdem der Druck im Luftbehälter 0,1 bis 0,2 at größer oder kleiner ist als der Normaldruck von 6 at.

Fig. 57. Schaltschema des Motorwagens.



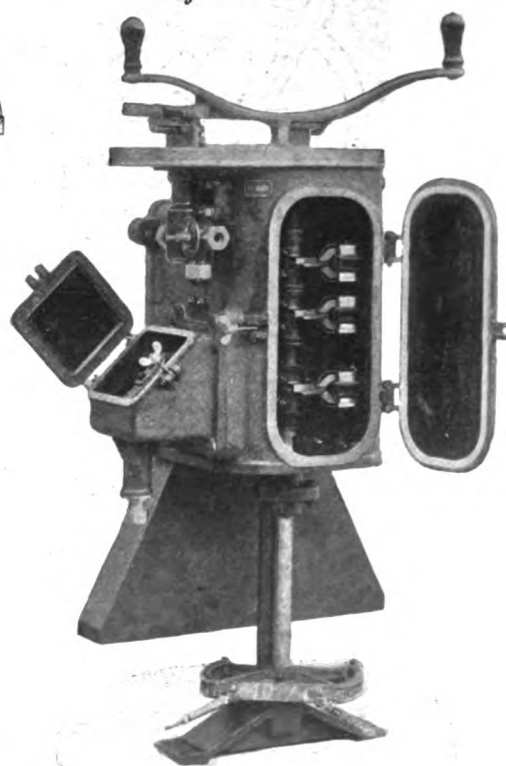
- A Stromabnehmer
B Blitzschutzvorrichtung
C Fahrschalter
D Hauptschalter
K Kurzschließer
M₁ M₂ Hochspannungsmotor
M'₁ M'₂ Niederspannungsmotor
R Rheostat
T Transformator
V Verteilkasten

Fig. 58 bis 60. Anordnung der Schaltvorrichtungen im Führerstande.



- A Verteilkasten
B Hauptschalter
C Kontrollor (Fahrschalter)
D Kurzschließer
E Trolleyventil
F Anlaßhahn
G Westinghouse-Bremshahn
H Umschalter f. d. Motorkompressor
K Strommesser
L Spannungsmesser
M Manometer
N Schmelzsicherung für die Beleuchtung
P Lampenschalter
R Handbremse
S Handpumpe

Fig. 61. Fahrschalter.



c) Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Der 100 voltige Stromkreis des Transformators von 8 KW führt zu einem kleinen Schaltbrett im Gepäckraum; von diesem zweigen die Leitungen für Beleuchtung, Heizung und Lüftung ab. Das Ein- und Ausschalten besorgt der Zugführer (Capo treno).

Für die Beleuchtung dienen kleine Deckenleuchter und Wandarme, die mit Dreiphasen-Glühlampen und mit gewöhnlichen Glühlampen für 23 voltigen Gleichstrom versehen sind.

Es ist nämlich im Wagen eine kleine Akkumulatorenbatterie untergebracht, damit der Wagen auch bei herabgelassener Stromabnehmer beleuchtet wird. Der Schalter der Akkumulatorenbatterie befindet sich ebenfalls auf dem Schaltbrett des Gepäckraumes. Die Heizkörper bestehen aus Wasserstandsdrähten, die auf Isolatoren gewickelt sind; sie sind in den Salonwagen in die Stirn- und Scheidewände eingebaut, in den Personenwagen dagegen in die Längswände und unter den Sitzen verteilt.

Fig. 62.

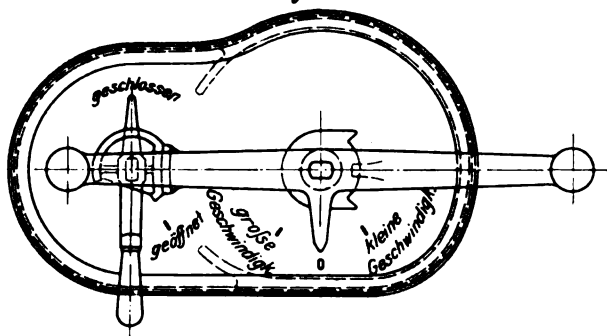


Fig. 63.

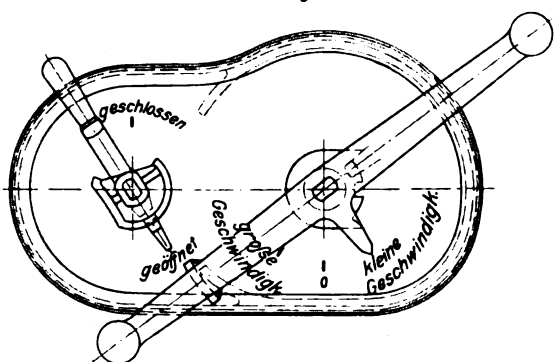


Fig. 64.

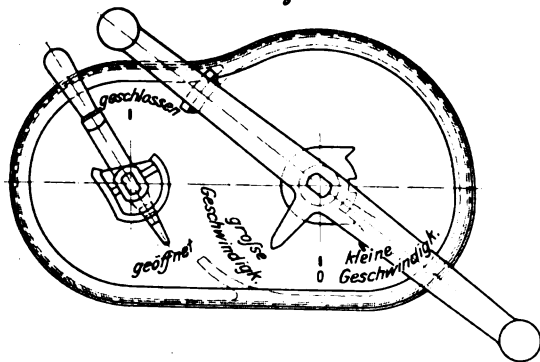
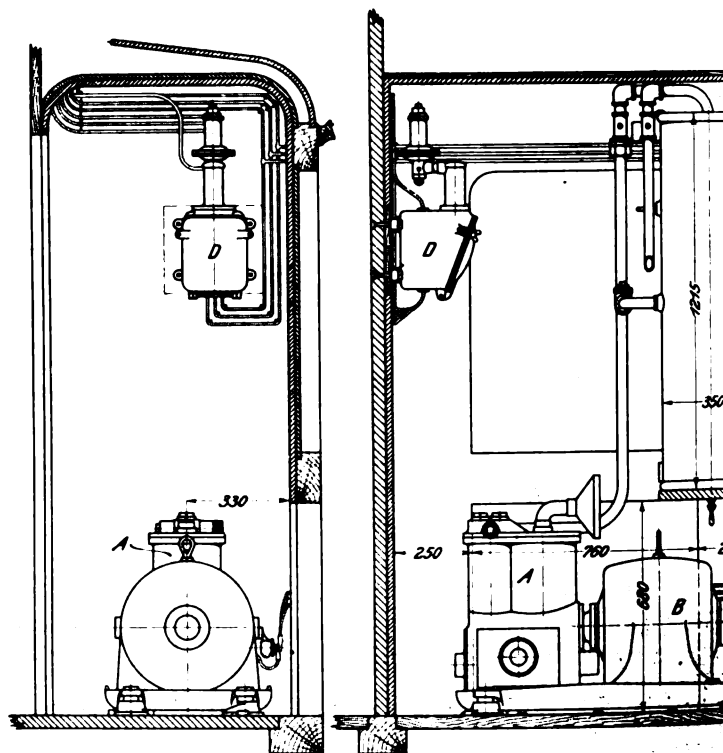


Fig. 66 bis 68.

Abteil mit Kompressoranlage.



- A Luftkompressor
B Dreiphasen-Elektromotor
C Luftbehälter
D Schaltautomat

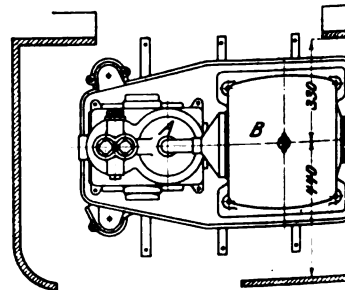


Fig. 65.

Wasserrheostat.

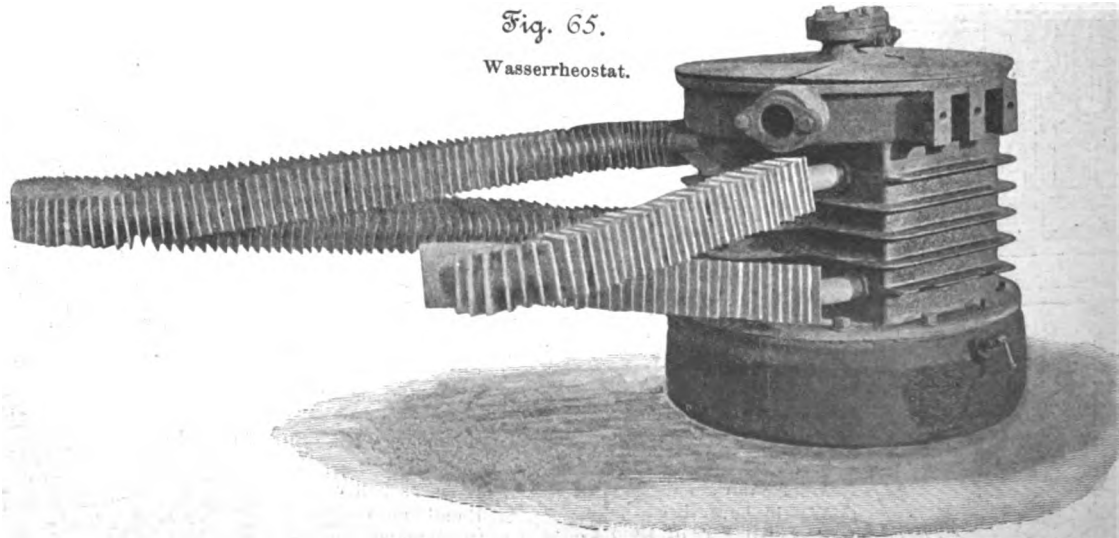


Fig. 69 und 70. Motorwagen.

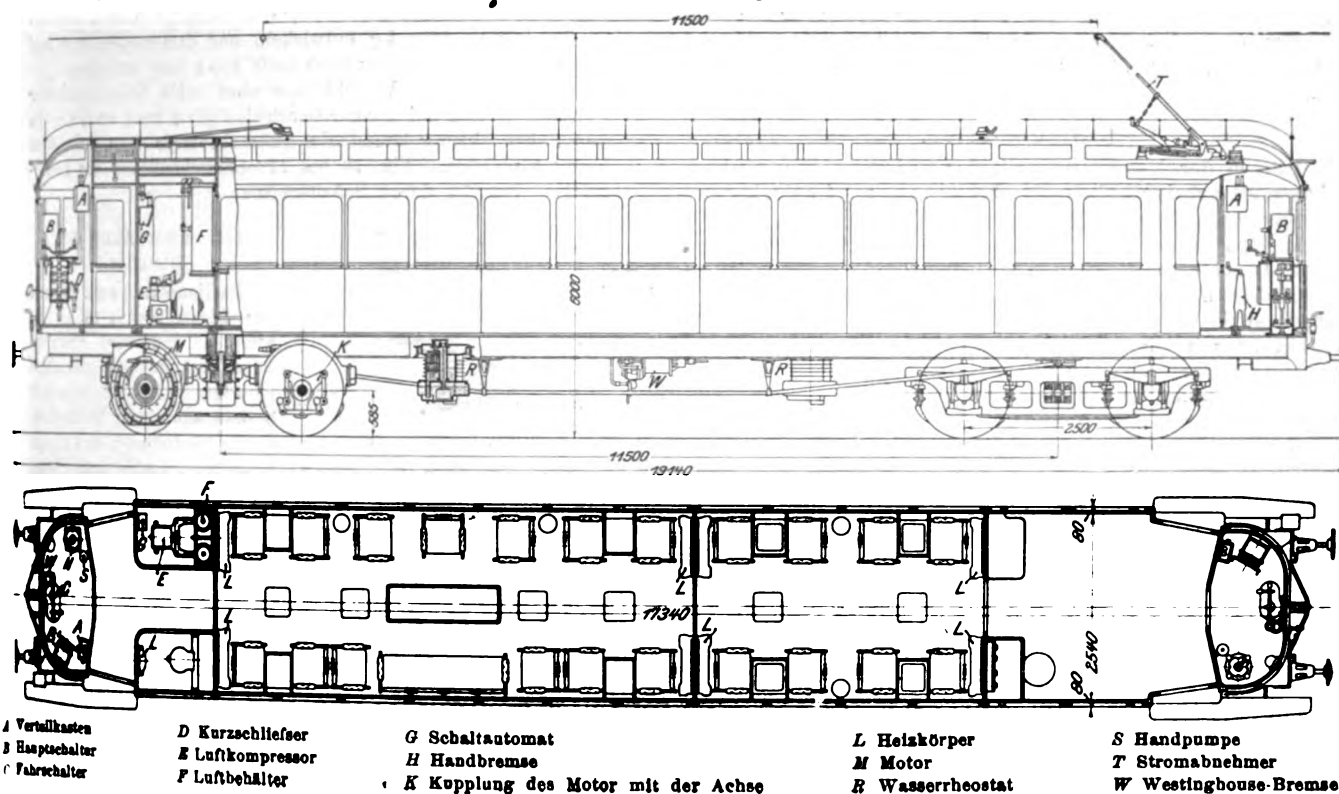
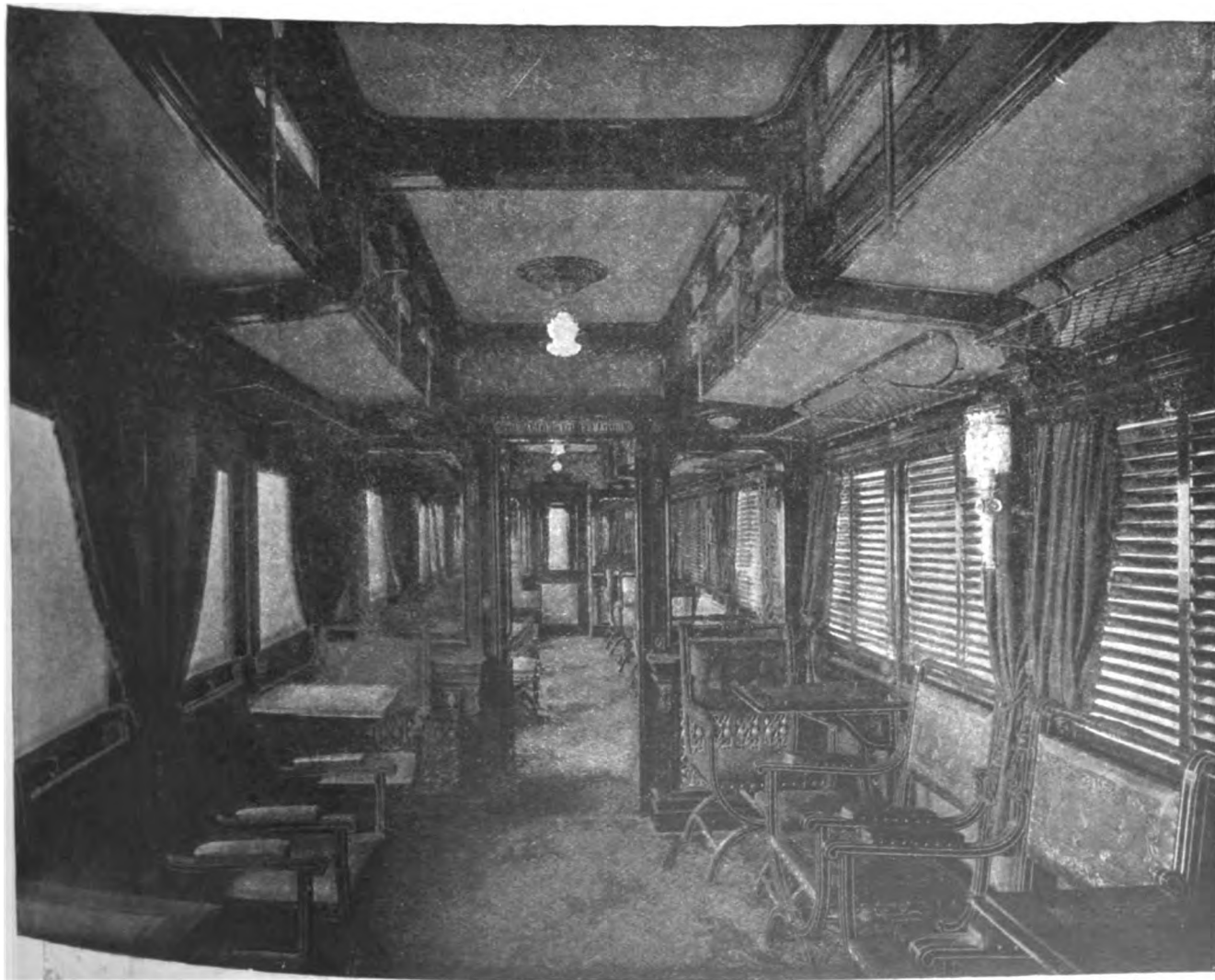


Fig. 71. Innenansicht eines Salonwagens: Rauchzimmer.



Die Salonwagen werden durch langsam gehende, zwei-flügelige, mit Elektromotoren betriebene Blaskäder gelüftet. Fig. 69 und 70 stellen Seitenansicht und Grundriss des Motorwagens, Fig. 71 die Innenansicht eines Salonwagens dar.

B) Lokomotive.

Die in der Maschinenfabrik der kgl. ung. Staatsbahnen gebaute vierachsige Lokomotive besteht aus zwei gelenkig miteinander verbundenen Hälften, die an den Seiten und oben durch harmonikaartig gefaltete Lederstücke mit einander verknüpft sind. Jede der vier Achsen ist mit einem Hochspannungsmotor von 150 PS versehen. Bauart und Kuppung der Motoren sind gleich denen der Wagenmotoren. Die Anlaufvorrichtungen der Motoren sind in einem gußeisernen Kasten vereinigt, Fig. 72. Wenn die Lokomotive nur für eine Geschwindigkeit gebaut ist, können die Motoren je nach der Aenderung der Zugkraft, welche an dem Strommesser beobachtet werden kann, einzeln ab- oder zugeschaltet werden. Im Innern des Führerhauses sind der Luftkompressor mit dem zugehörigen Transformator, der zugleich auch den Strom für die Beleuchtung liefert, der Automat für die Luftpumpe, eine Hand-Luftpumpe, der Lufthahn der Westinghouse-Bremse und eine Handbremse untergebracht; in der niedrigeren Verlängerung des Lokomotivkastens befinden sich

die Rheostate. Das Gewicht der Lokomotive beträgt 46 t; sie kann bei 30 km stündlicher Geschwindigkeit eine höchste Zugkraft von 8000 kg entwickeln und dementsprechend auf einer Steigung von 10:1000 noch 400 t Last befördern.

Während des Verschiebens sind beide Stromabnehmer gehoben; denn bei kleiner Geschwindigkeit kann auch der in der Fahrtrichtung befindliche Stromabnehmer ohne Bedenken benutzt werden. Fig. 73 bis 77 veranschaulichen die Lokomotive, Fig. 78 deren Schaltschema.

III. Anordnung des Dienstes.

Im Hauptkraftwerk dauert der Dienst täglich 18 bis 20 Stunden und wird abwechselnd von drei Belegschaften versehen. Jede Belegschaft besteht aus einem Elektriker, einem Maschinisten und einem Schmierer; außerdem sind für alle drei Gruppen ein Obermaschinist und dessen Vertreter angestellt. Im ganzen befinden sich also 11 Personen im Kraftwerk. Ferner werden noch 4 Kanalwächter beschäftigt, die gleichzeitig auch die Schleusen bedienen. Für Leitung und Aufsicht sind vorhanden: 3 Monteure und auf jeder Transformator-Unterstation 1 Tagelöhner. Letztere, die beim Aufstellen der Leitung mitgearbeitet haben, besitzen einen kleinen Stand von einfachen Werkzeugen und etwas Linienmaterial, damit sie kleinere Mängel sofort beseitigen können. Jeder Bahnwärter hat Vordrucke in Buchform zur raschen Meldung der beobachteten Mängel an

Fig. 72.
Anlaufvorrichtung
der Lokomotive.

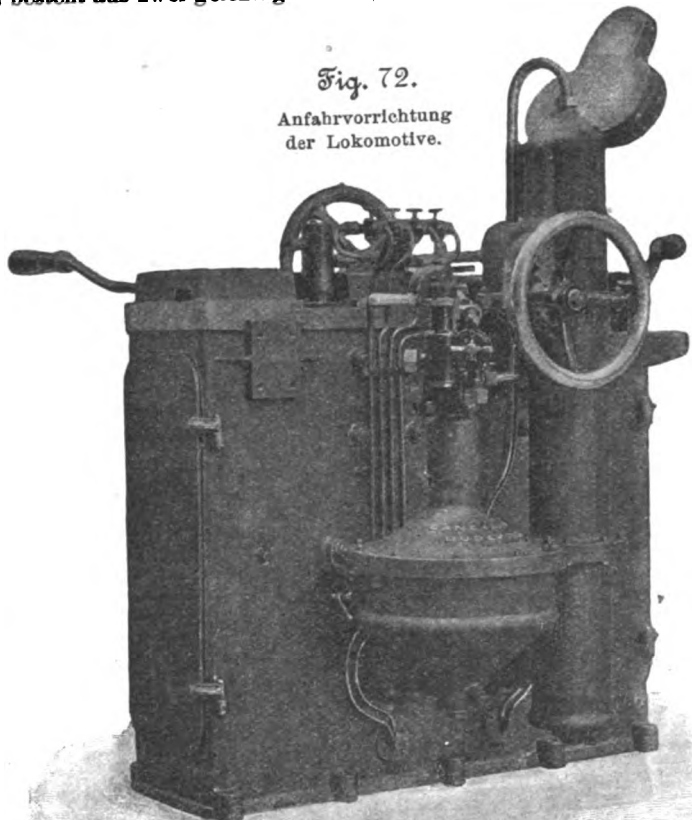
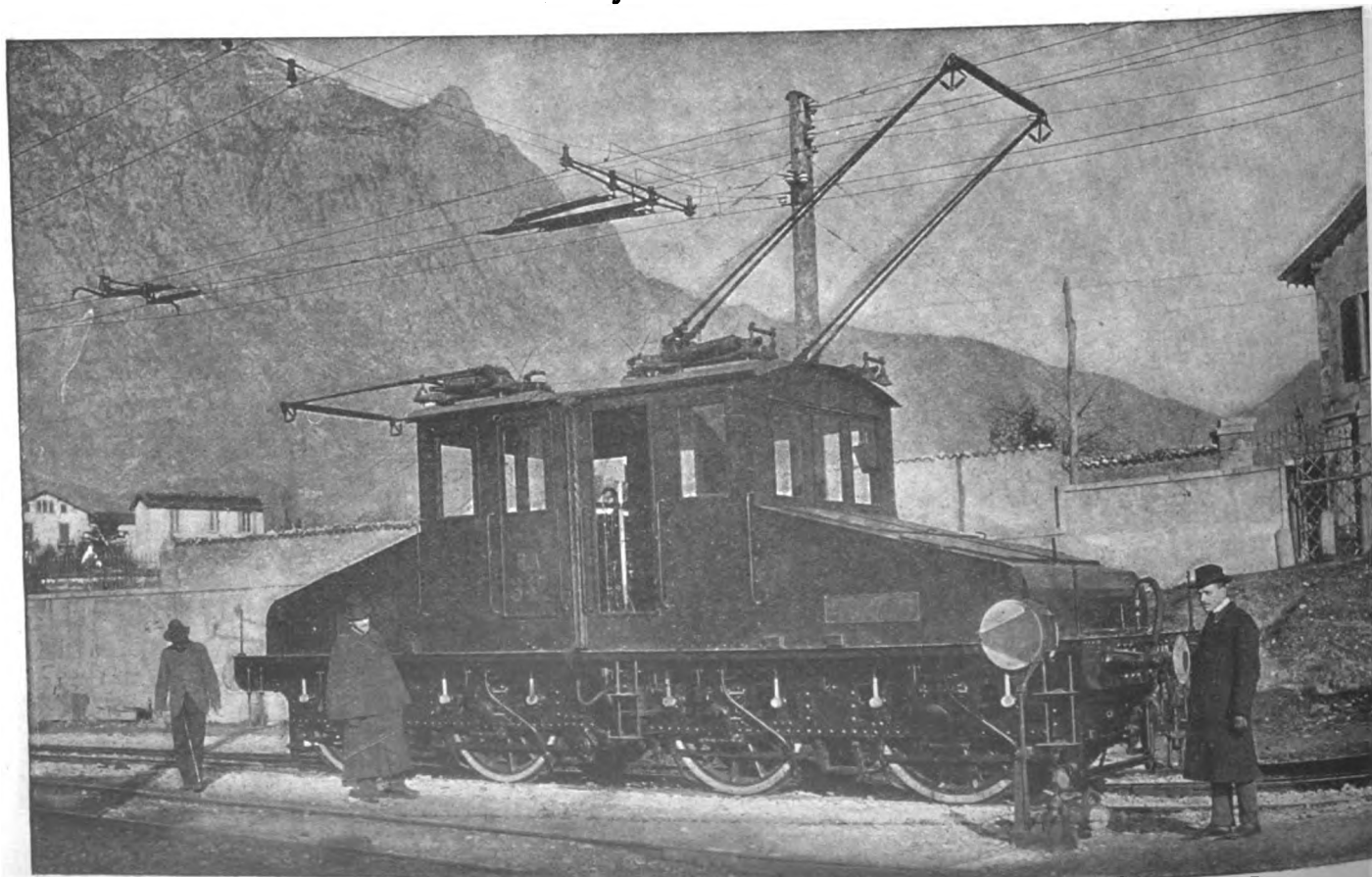


Fig. 73. Lokomotive.



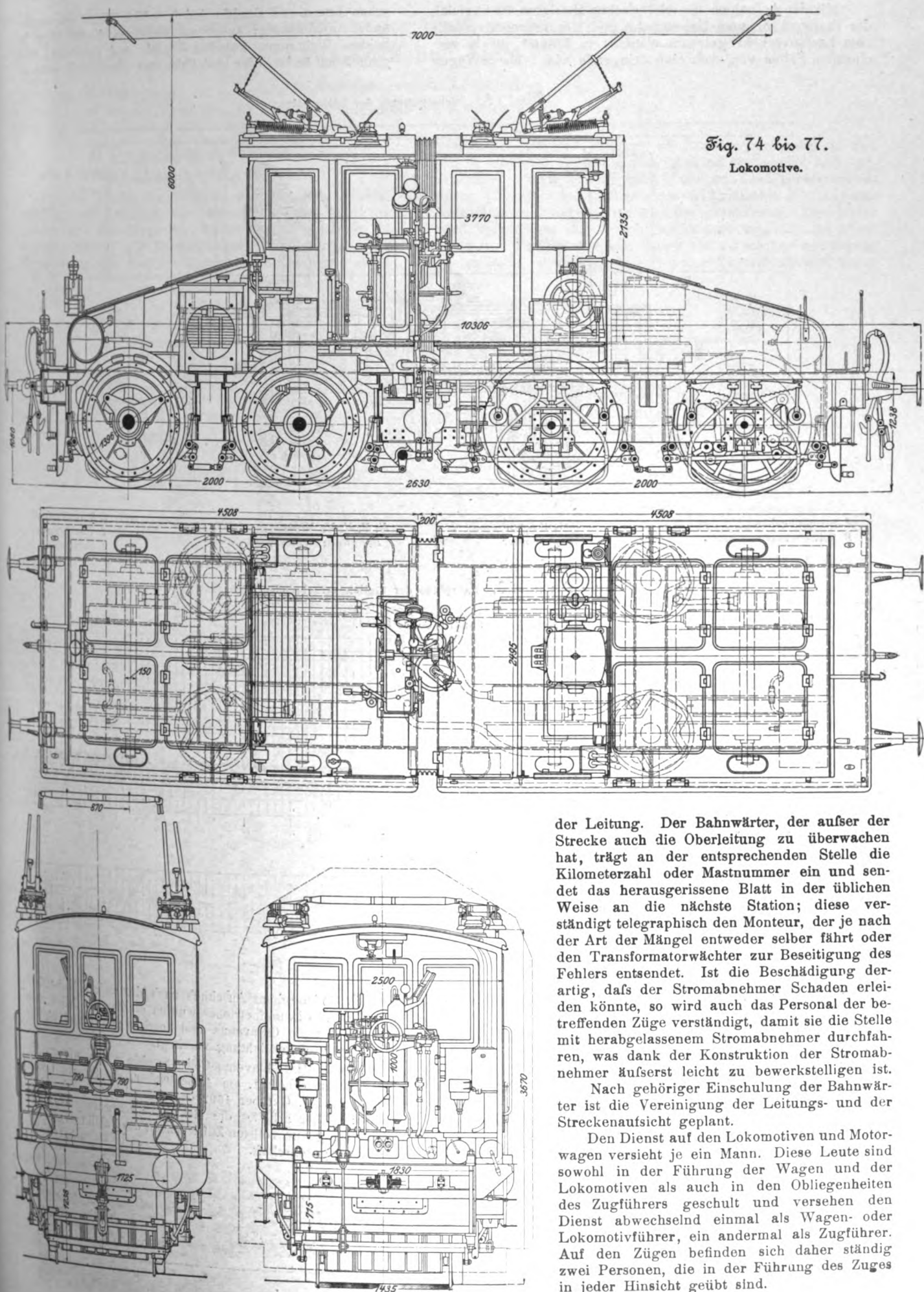


Fig. 74 bis 77.

Lokomotive.

der Leitung. Der Bahnwärter, der außer der Strecke auch die Oberleitung zu überwachen hat, trägt an der entsprechenden Stelle die Kilometerzahl oder Mastnummer ein und sendet das herausgerissene Blatt in der üblichen Weise an die nächste Station; diese verständigt telegraphisch den Monteur, der je nach der Art der Mängel entweder selber fährt oder den Transformatorwächter zur Beseitigung des Fehlers entsendet. Ist die Beschädigung derart, daß der Stromabnehmer Schaden erleiden könnte, so wird auch das Personal der betreffenden Züge verständigt, damit sie die Stelle mit herabgelassenem Stromabnehmer durchfahren, was dank der Konstruktion der Stromabnehmer äußerst leicht zu bewerkstelligen ist.

Nach gehöriger Einschulung der Bahnwärter ist die Vereinigung der Leitungs- und der Streckenaufsicht geplant.

Den Dienst auf den Lokomotiven und Motorwagen versieht je ein Mann. Diese Leute sind sowohl in der Führung der Wagen und der Lokomotiven als auch in den Obliegenheiten des Zugführers geschult und versehen den Dienst abwechselnd einmal als Wagen- oder Lokomotivführer, ein andermal als Zugführer. Auf den Zügen befinden sich daher ständig zwei Personen, die in der Führung des Zuges in jeder Hinsicht geübt sind.

Mit der Aufnahme des elektrischen Betriebes ist zugleich der Fernverkehr vom Nahverkehr und der Personenverkehr vom Lastenverkehr getrennt worden; es kommt nur in vereinzelt Fällen vor, daß eine dringende aus 1 bis 2 Wagen

schen Lecco und Sondrio sind in beiden Richtungen voneinander unabhängig; außerdem verkehren direkte Züge in beiden Richtungen zwischen Sondrio und Chiavenna, und schließlich findet jeder nach Chiavenna oder Sondrio gehende

Fig. 78. Schaltschema der Lokomotive.

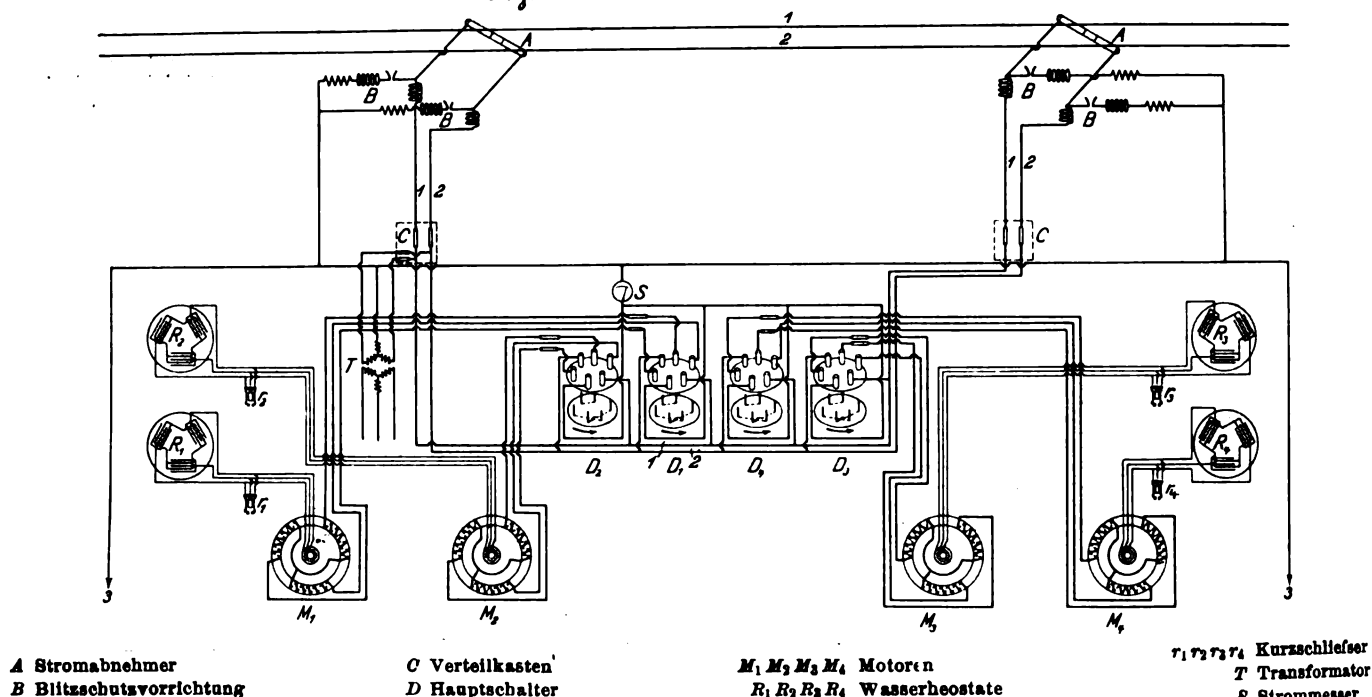
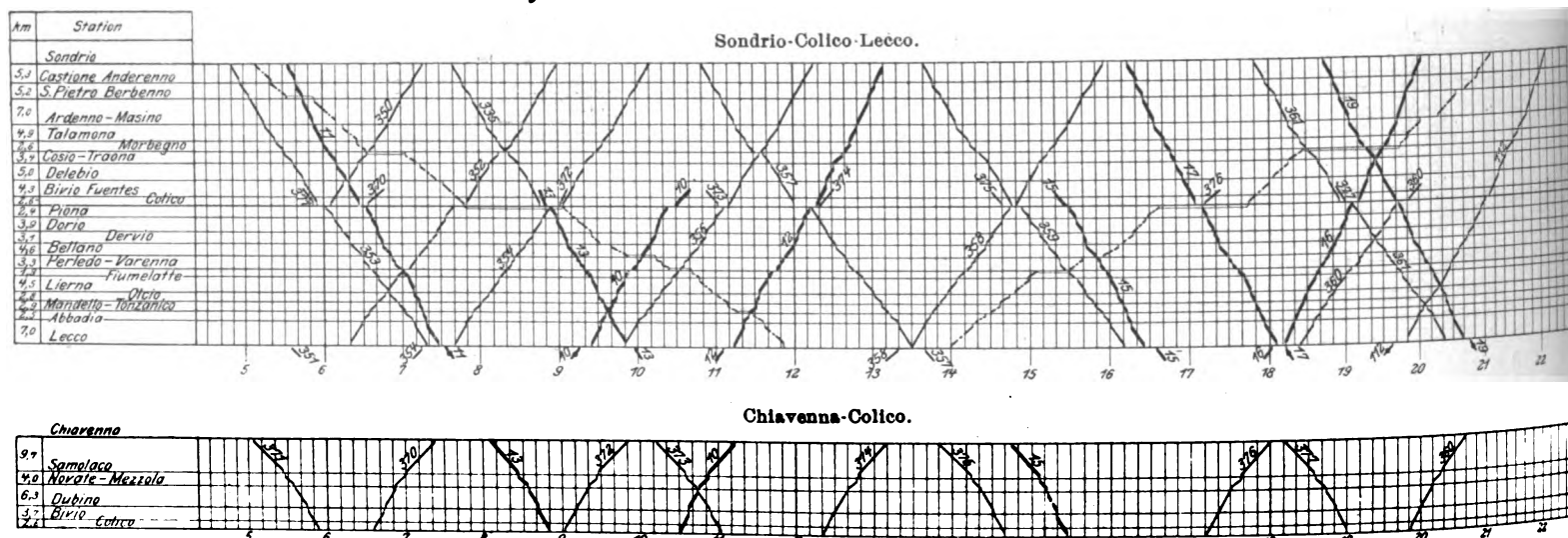


Fig. 79 und 80. Fahrpläne der täglich verkehrenden Züge.



bestehende Eilgutsendung dem nächsten Lokalzuge angehängt wird.

Die Schnellzüge bestehen aus Wagen erster und zweiter Klasse; ihre Fahrpreise sind ungeändert beibehalten worden. Die Lokalzüge sind nur aus Wagen zweiter und dritter Klasse zusammengesetzt und befördern die Reisenden zu ermäßigten Preisen.

Fig. 79 und 80 zeigen die graphische Winter-Fahrordnung der täglich verkehrenden Züge.

Die Züge zwischen Lecco und Chiavenna sowie zwi-

Zug in Colico einen Anschluß nach der andern Endstation. Zur Zeit des Dampfbetriebes wurden die Züge in Colico nach den Richtungen Chiavenna und Sondrio geteilt und für die entgegengesetzte Richtung vereinigt.

Die Strecke Chiavenna-Colico-Sondrio wurde, wie am Anfang bereits erwähnt, am 4. September, die Strecke Lecco-Colico am 15. Oktober 1902 dem öffentlichen Verkehr übergeben; seither arbeitet die elektrische Einrichtung ohne Betriebsstörung zur vollsten Zufriedenheit des Publikums und der Eisenbahngesellschaft.