

Der Betrieb der Valtellina-Bahn mit hochgespanntem Drehstrom.

Von Eugen Cserhádi und Koloman von Kandò.

(Fortsetzung von S. 195)

2) Leitungen.

Die 20000voltige Primärleitung führt aus dem Kraftwerk quer über die Adda in die Station Morbegno, wo sie sich teilt. In der Richtung gegen Sondrio läuft die Primärleitung bis Castione; sie besteht hier aus 3 Weichkupferdrähten von 7 mm Dmr. In der andern Richtung, und zwar bis Colico, besteht sie aus drei Drähten von 8 mm Dmr. In Colico teilt sich die Leitung abermals und geht in der Rich-

Für die Leitungsmasten sind Lerchenstämme von geringster Dicke am Zopfende und 300 mm geringster am Stammende verwendet worden. Vor der Aufstellung der Säulen am Stammende angebrannt und geteert. In den Stationen sind die Bahnsteigssäulen in g Sockel gestellt.

Die Primärleitungen sind zumeist auf den S. Kontaktleitung, und zwar auf der äußeren Seite

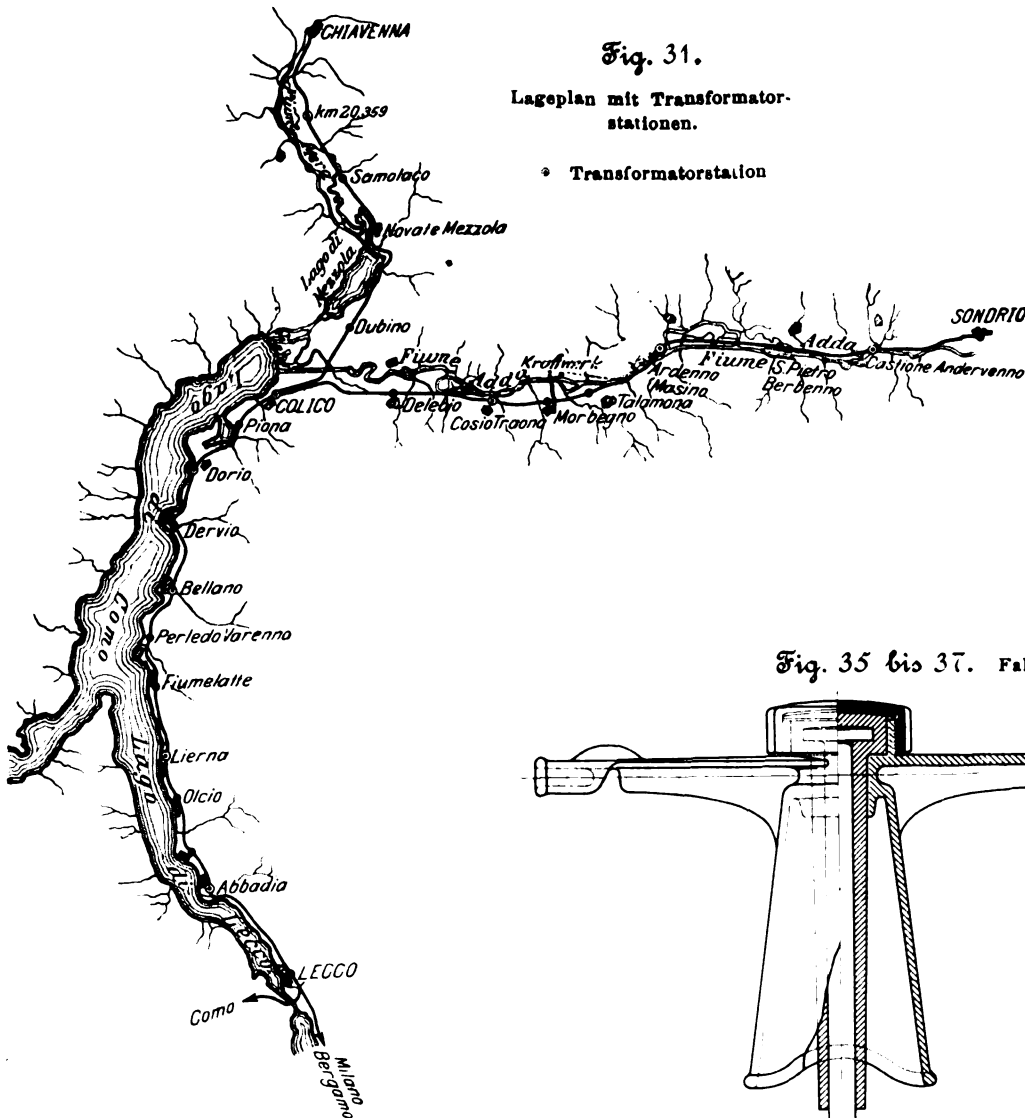


Fig. 31.

Lageplan mit Transformatorstationen.

• Transformatorstation

Fig. 32.

Hochspannungsisolator v. 20000 V.

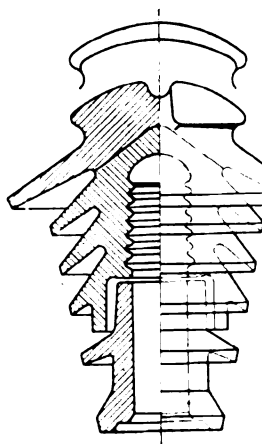


Fig. 35 bis 37. Fahrdrabhalter.

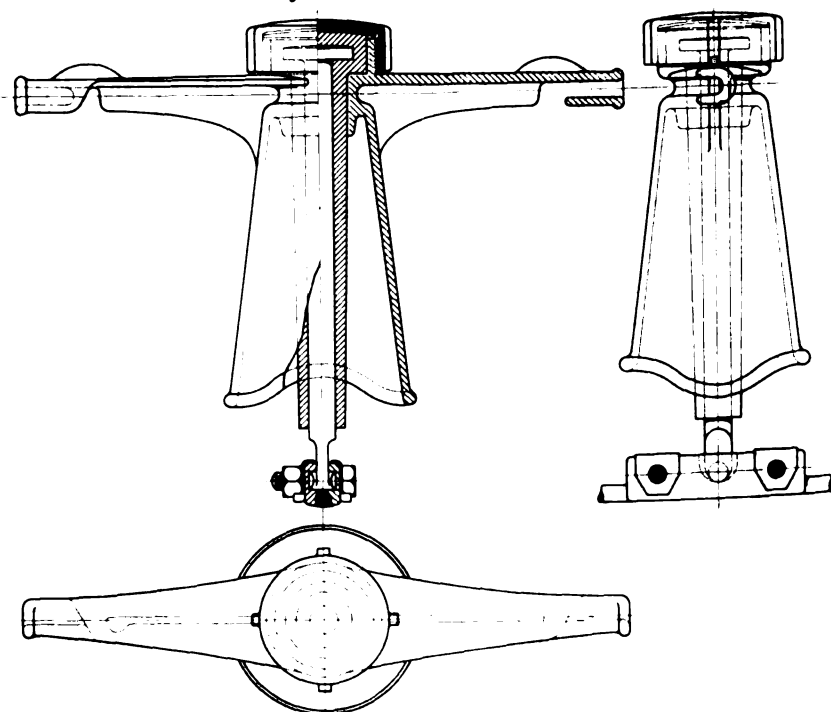
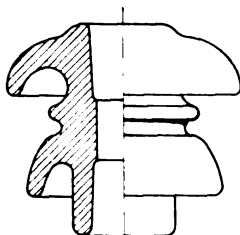


Fig. 34.

Spanndrahtisolator.



tung gegen Lecco bis Abbadia, in der Richtung nach Chiavenna bis zur letzten Transformatorstation auf dieser Linie, die 5 km vor der soeben genannten Station liegt. Diese zuletzt erwähnten Leitungen bestehen ebenfalls aus Weichkupferdrähten von 7 mm Dmr. Die Verteilung der Transformatorstationen ist aus Fig. 31 ersichtlich.

Säulenreihe, in 600 mm Abstand voneinander an. Der Primärisolator ist aus Fig. 32 ersichtlich.

Vor den Tunneln trennt sich die Primärleitung in Arbeitsleitung und wird über den Berg als besondere L. zur jenseitigen Tunnelmündung geführt (Fig. 33). D. leitung kann mithilfe von Hochspannungsschaltern,

den Transformatorstationen untergebracht sind, in Strecken geteilt werden. Außerdem sind die Linien Morbegno-Castione und Colico-Chiavenna mit besonderen Ausschaltern versehen.

Die Kontakt- oder Arbeitsleitung besteht aus zwei hartgezogenen Kupferdrähten von 8 mm Dmr.; als dritte Leitung dienen die Eisenbahnschienen, die an den Stößen durch 6 mm starke Kupferdrähte leitend miteinander verbunden sind. Diese Schienenverbindungen sind mit nicht geschlitzten Stahlkegeln in dem Steg der Fahrschienen festgekeilt.

Die Höhe der Kontaktleitung über den Schienen beträgt auf der offenen Strecke 6 m, in den Tunneln 4,8 m.

Die Kontaktleitung ist durchweg elastisch aufgehängt und wird von sogenannten Ambroinisolatoren, die auf 4,5 mm starken verzinnnten Stahlstrahlen befestigt sind, gehalten. Die beiden Fahrdrähte haben nicht einen gemeinsamen Spanndraht, sondern jeder Fahrdraht einen für sich. Die Enden dieser Spanndrähte sind an Porzellanisolatoren von besonderer Form, Fig. 34, befestigt.

Die Ambroinisolatoren bestehen aus einer gußeisernen Glocke, die einen mit Ambroin umprefsten Stahlbolzen in sich aufnimmt. Letzterer hat am unteren Ende zylindrische Warzen, die in Vertiefungen der Drahthalterbacken greifen. Nachdem die Schrauben der Drahthalterbacken festgezogen sind, können sich letztere um eine wagerechte Achse bewegen, wodurch vermieden wird, daß sich der Fahrdraht in der Nähe der Aufhängung verbiegt. Fig. 35 bis 37 geben diesen Isolator wieder.

Damit die Ambroinisolatoren in den Kurven durch den Fahrdraht nicht verzogen werden, müssen sie hier durch Drähte verspannt werden. Die Kurvenisolatoren sind daher am unteren Bande mit Oesen versehen.

Die Arbeitsleitung ist an keiner

Stelle gelötet, sondern es sind überall Klemmverbindungen mithilfe von Stahlstiften hergestellt.

In Kurven von 1000 m Halbmesser und darunter hängt die Arbeitsleitung an Doppelmasten, Fig. 38; in Kurven von größerem Halbmesser und in der Geraden ist sie an einarmigen, Fig. 39 und 40, in den Stationen aber an zweiarmligen Säulen, Fig. 41, befestigt. Vor und hinter jeder Station ist eine 300 m lange Strecke der Kontaktleitung durch Isolatoren abgetrennt und für sich ausschaltbar, Fig. 42. Der in der Station untergebrachte Schalter kann nur dann eingeschaltet werden, wenn das entsprechende Signal

vorher auf »freie Fahrt« gestellt worden ist. Die Kontaktleitung der Stationsgleise kann mit einem dritten Ausschalter aus- oder eingeschaltet werden. Die Kontaktleitung vor und hinter den Stationen ist durch Verbindungsleitungen, die außerhalb der ausschaltbaren Strecken abzweigen, verbunden. Dementsprechend ist die Arbeitsleitung der gesamten Linie nirgends unterbrochen und bildet ein Ganzes, kann aber durch Ausschalter, die in den Transformatorhäusern untergebracht sind, in Strecken geteilt werden. Primär- und Arbeitsleitungen sind durch Hörner-Blitzschutzvorrichtungen Siemensscher Bauart gesichert. In ihre Erdleitungen sind Flüssigkeitsreheostate eingeschaltet, die ebenfalls an den Masten befestigt sind.

Die Porzellanisolatoren sind größtenteils von der Karlsbader Kaolin-Industrie-Gesellschaft geliefert worden.

3) Transformatorstationen.

Die Verteilung der Transformatorstationen ist aus Fig. 31 ersichtlich. Es sind insgesamt 9 Transformator-Unterstationen auf der Strecke. In jeder Unterstation be-

Fig. 33.

Führung der Primärleitung über einen Tunnel.

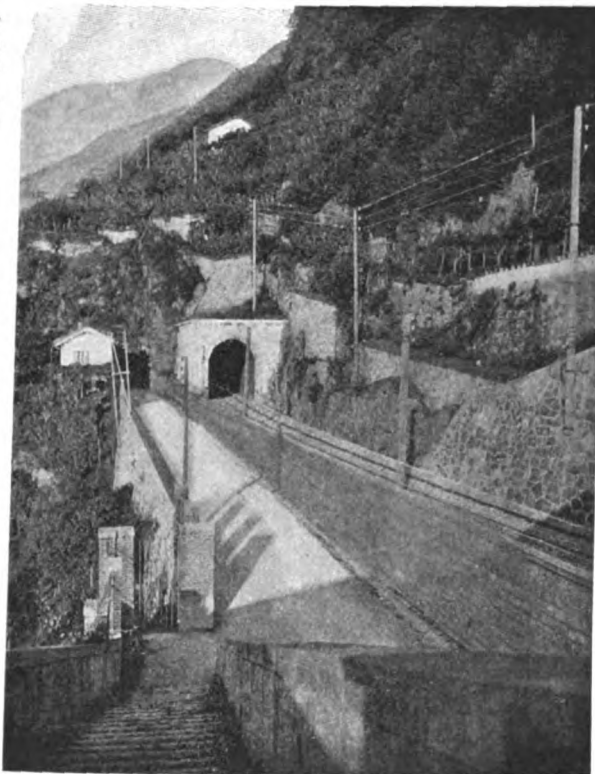


Fig. 38 bis 41.
Aufhängung der Arbeitsleitung.

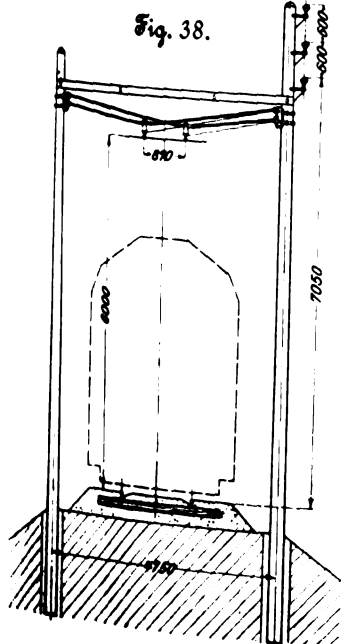


Fig. 39 und 40.

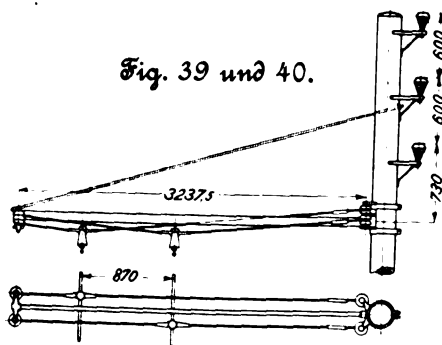


Fig. 41.

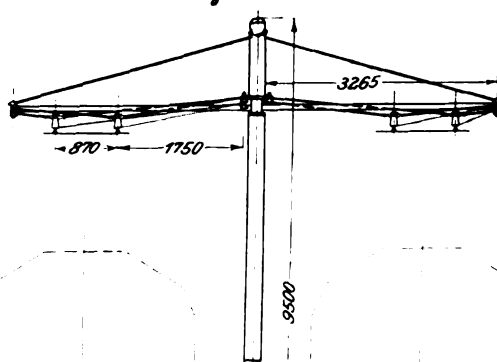
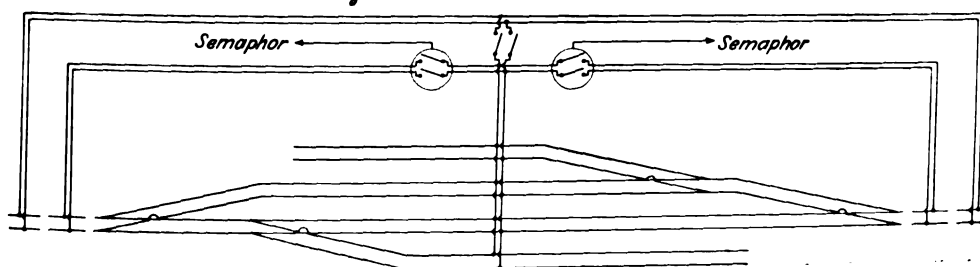


Fig. 42. Schaltschema einer Station.



findet sich ein Transformator von 300 KVA Leistung; nur die Station Abbadia hat deren zwei. Den Transformator gibt Fig. 43, sein Schaltschema Fig. 44 wieder. Das Transformatorhaus ist durch eine Wand in zwei Räume geteilt. In der äußeren Kammer befinden sich die Sicherungen, die Ausschalter und ein kleiner Ventilator zur Kühlung des Transformators; in der inne-

ren versperrten Kammer steht der Transformator. Dase auch die Blitzschutzvorrichtungen für die Primär- und däreleitungen untergebracht. Das Uebersetzungsverhã

Fig. 43. Transformator.

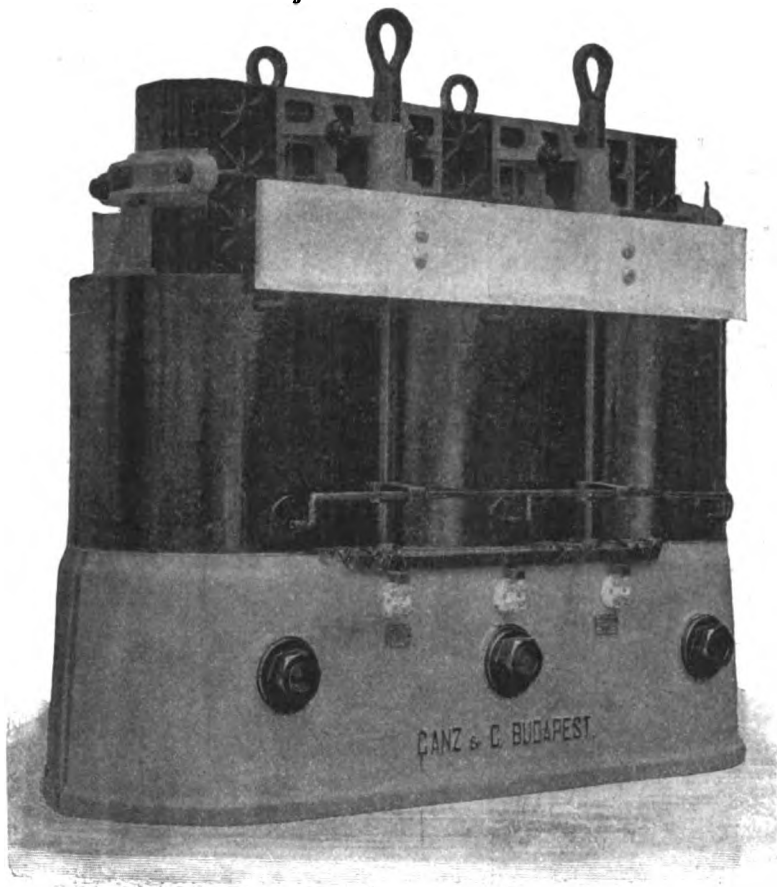
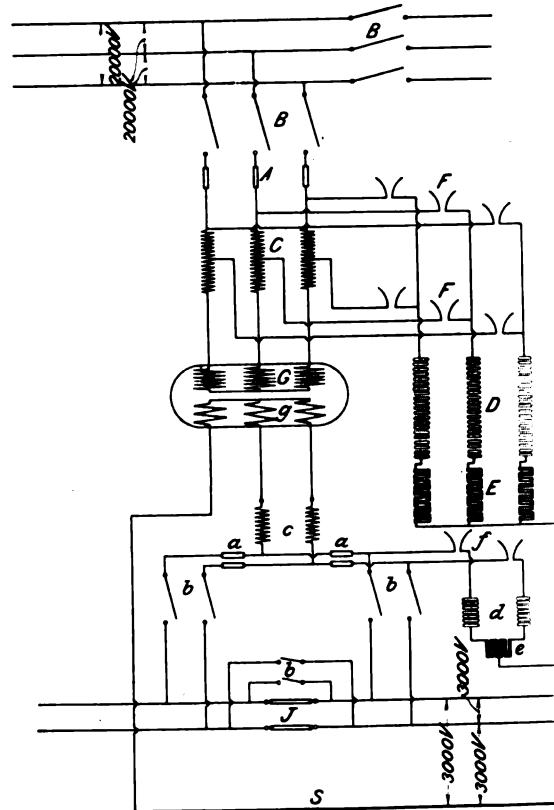


Fig. 44.

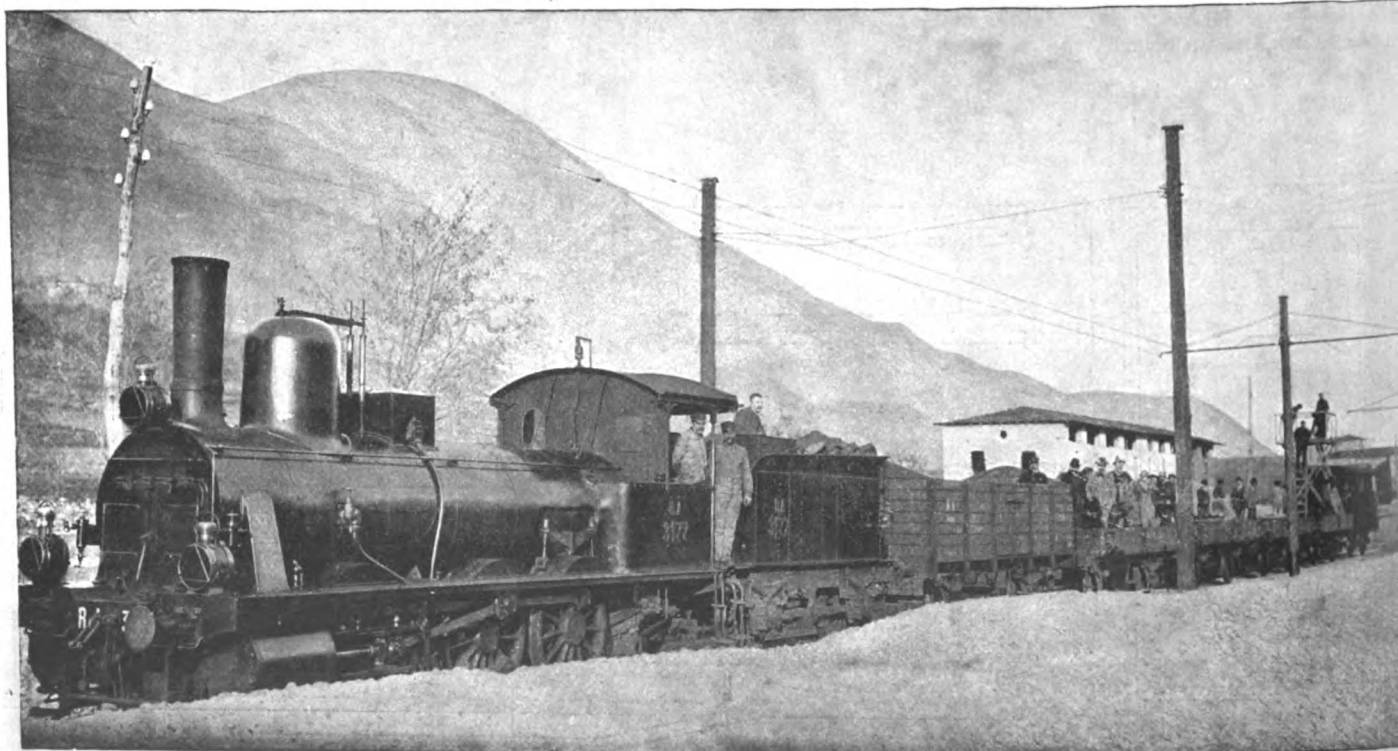
Schaltschema einer Transformatorstation.



- | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| A Schmelzsicherungen | } 20000 V. Stromkreis | a Schmelzsicherungen |
| B Schalter | | b Schalter |
| C Induktionsspulen | | c Induktionsspulen |
| D Wurtzsche Zinkscheiben | | d Wurtzsche Zinksch |
| E Kohlenwiderstände | | e Kohlenwiderstand |
| F Siemenssche Hörner | | f Siemenssche Hörne |
| G Transformatorspulen | | g Transformatorspule |

J Sektionsisolatoren S Schienen L Erdplatten

Fig. 45. Bausug zum Spannen des Arbeitsdrahtes.



Transformatoren ist 6:1; sie haben einige Windungen, die den Strom von 14 V Spannung für den Betrieb des kleinen Läufmotors liefern. Die Transformatoren vertragen für kurze Zeit das 5fache der normalen Belastung.

Aus den Transformatorhäusern führen zwei Leitungs-paare zur Arbeitsleitung, welche hier durch einen Sek-tionsisolator getrennt ist. Die beiden Zweige sind durch ge-sonderte Schalter abschaltbar. Alle drei Phasen der Pri-märleitung sind mit Abschmelzsicherungen versehen, wäh-rend im sekundären Stromkreise nur die beiden Luft-leitungen Abschmelzsicherun-gen besitzen. Die beschrie-bene Schaltung gestattet, im regelmäßigen Betriebe alle Transformatoren parallel zur Kontaktleitung zu schalten, wodurch es möglich ist, die Belastung einer Transforma-torsektion auf mehrere Trans-formatorstationen zu vertei-len. Ferner läßt dies zu, daß beschädigte Leitungsab-schnitte sowohl im primären wie im sekundären Strom-kreise einzeln abgeschaltet werden können; schließlich, daß reparaturbedürftige Transformatoren für die Zeit der Ausbesserung ausgeschaltet werden können, in wel-chem Falle die Belastung auf die Nachbarstationen übertra-gen wird.

Fig. 45 und 46 stellen zwei Vorgänge aus der Leitungs-montage dar. In der erste-ren ist der Bauzug sichtbar, der zum Spannen des Fahr-drahtes verwendet wurde, aus der zweiten ist die Montie-rung der Ambroinisolatoren ersichtlich.

4) Motorwagen und Lo-komotiven.

Die Eil- und Personenzüge werden durch Motorwagen, die Lastzüge durch elektrische Lokomotiven befördert. Es

ist jedoch bereits die Anschaffung von elektrischen Lokomo-tiven beschlossen, welche Eil- und Personenzüge von 250 t mit 65 km/st und Lastzüge von 400 t mit 32 km/st auf 10‰ Steigung befördern können.

A) Motorwagen.

Die Bauart der in der Waggonfabrik von Gans & Comp. in Budapest gebauten Wagen gleicht jener der vierachsigen Drehgestellwagen, mit dem Unterschiede, daß die Drehge-stelle, die je zwei Motoren aufzunehmen haben, stärker ge-baut und mit stärkeren Dreh-zapfen versehen sind. Das Ge-wicht der Wagen einschließ-lich der elektrischen Einrich-tung beträgt 53 t; sie können 5 bis 7 zweiachsige normale Personenzüge von 10 bis 12 t Eigengewicht mit 65 km/st selbst auf einer Steigung von 10:1000 befördern. Von den 10 Motorwagen sind 5 als Sa-lonwagen mit reicher innerer Einrichtung ausgeführt; sie sind zur Beförderung der Eil-züge bestimmt. Die übrigen 5 Wagen sind Personenzüge mit erster und dritter Klasse. An jedem Ende des Motor-wagens befindet sich eine Ka-bine für den Wagenführer. Jeder Wagen enthält einen Gepäckraum und eine kleine Kabine für die Luftpumpe samt selbsttätigem Ein- und Ausschalte und Luftbehälter.

Fig. 47 stellt einen Motorwa-gen und eine Lokomotive, Fig. 48 einen Eilzug dar.

Die elektrische Einrich-tung der Wagen kann in drei Gruppen geteilt werden, und zwar:

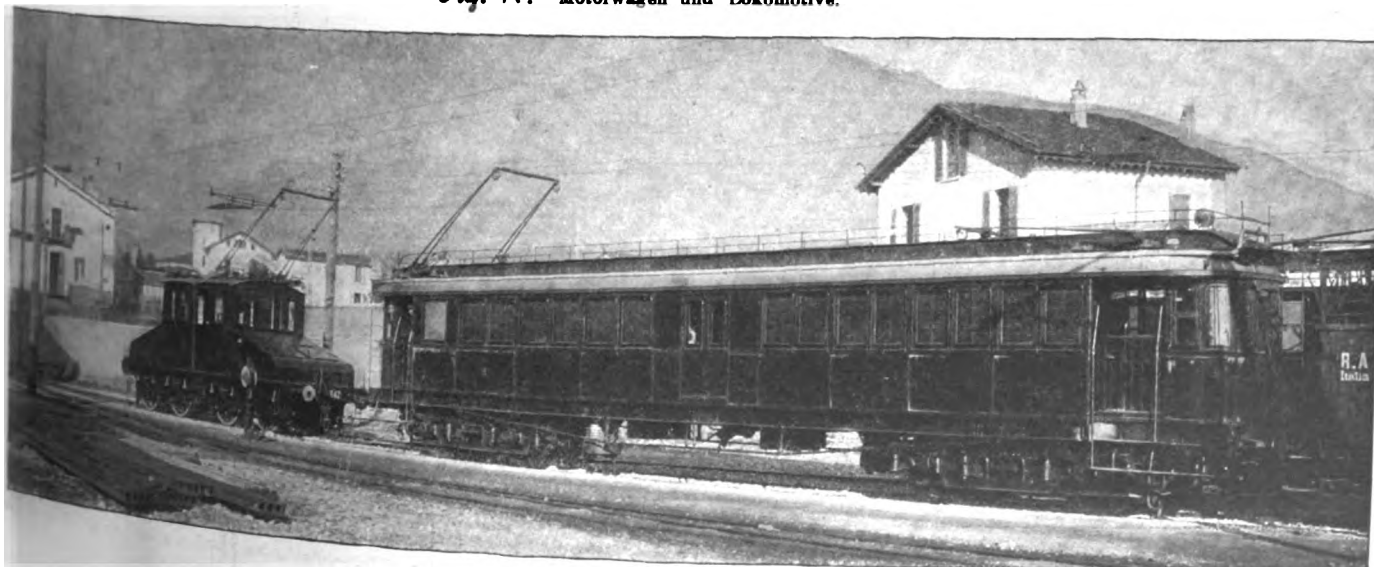
- a) Einrichtung zur Abnah-me, Leitung, Verteilung, Ein- und Ausschalte des Arbeit-stromes;
- b) Motoren, Anlaufvorrich-tungen, Rheostate und Luft-pumpe;

Fig. 46.

Anbringung der Fahrdrabtsisolatoren.



Fig. 47. Motorwagen und Lokomotive.



c) Einrichtungen zur Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

a) Stromabnehmer, Leitungen und Primärschalter.

Der Stromabnehmer, Fig. 49 bis 51, besteht aus einer Stange aus isolierendem Stoff, die zwei 650 mm lange, voneinander isolierte Rollen aus Elektrolytkupfer von 80 mm Dmr. trägt, welche auf isolierten Kugellagern laufen; der Strom kann also seinen Weg nicht durch die Kugeln nehmen, sondern wird durch Kohlenkontakte, die an den beiden Enden der Stromabnehmerrolle untergebracht sind, abgenommen und

durch isolierte Kabel in den Wagen geleitet. Der Stromabnehmer wird von Mannesmann-Röhren getragen, unteren Enden drehbar in den Stromabnehmerlagern sind. Diese Gestelle sind mittels Porzellanisolatoren dem Wagendache befestigt. Die Lagerung gewährt der Stromabnehmerrolle genügende Verstellbarkeit; sich daher der Arbeitsleitung auch dann gut an, wenn die Fahrdrähte nicht genau in einer Ebene liegen. Gehoben und gesenkt wird die Stromabnehmerrolle durch Luftdruck. Damit der Stromabnehmer nicht durch das Anheben an die Fahrdrähte und beim Herablassen an

Fig. 48. Elzug.

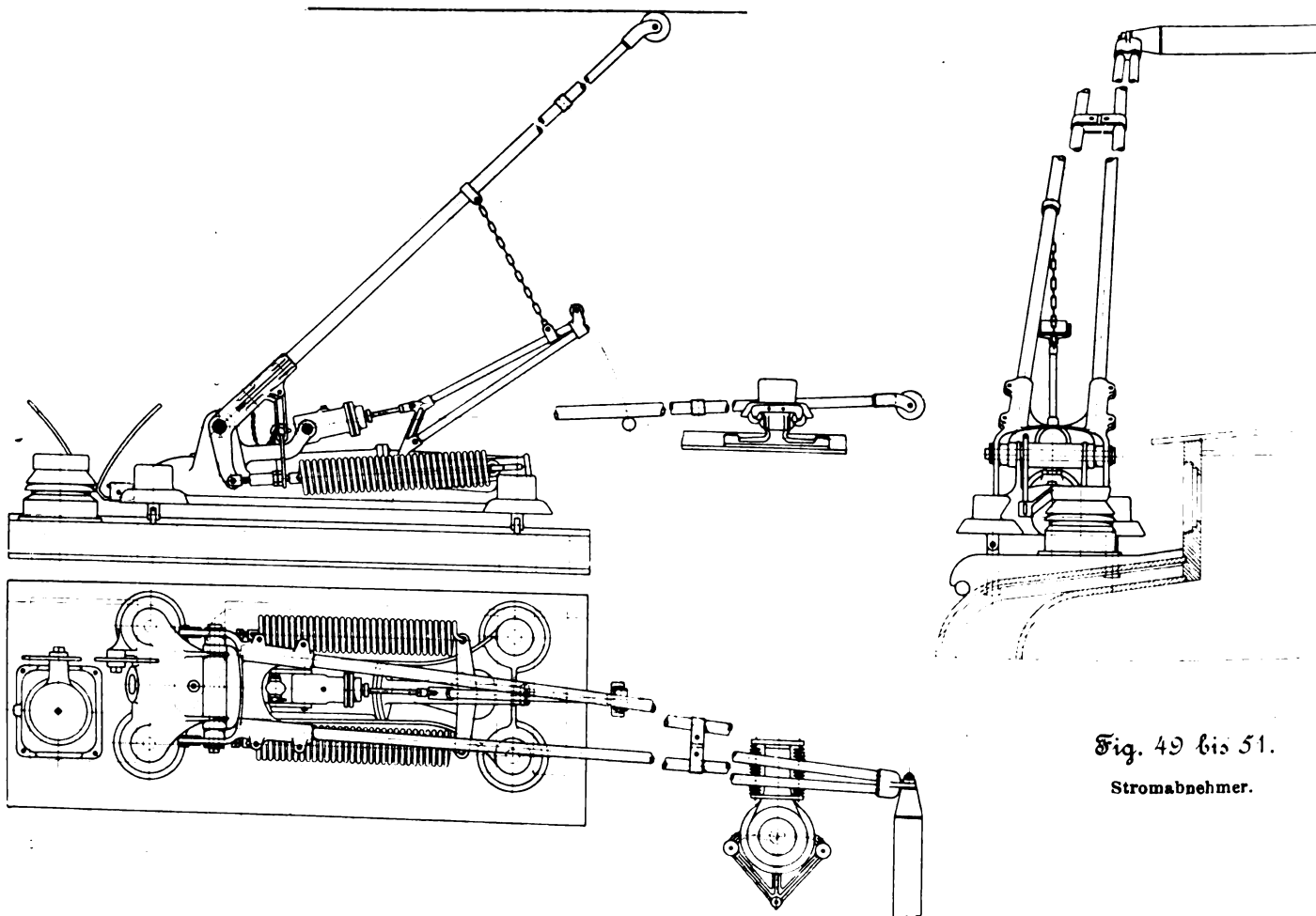
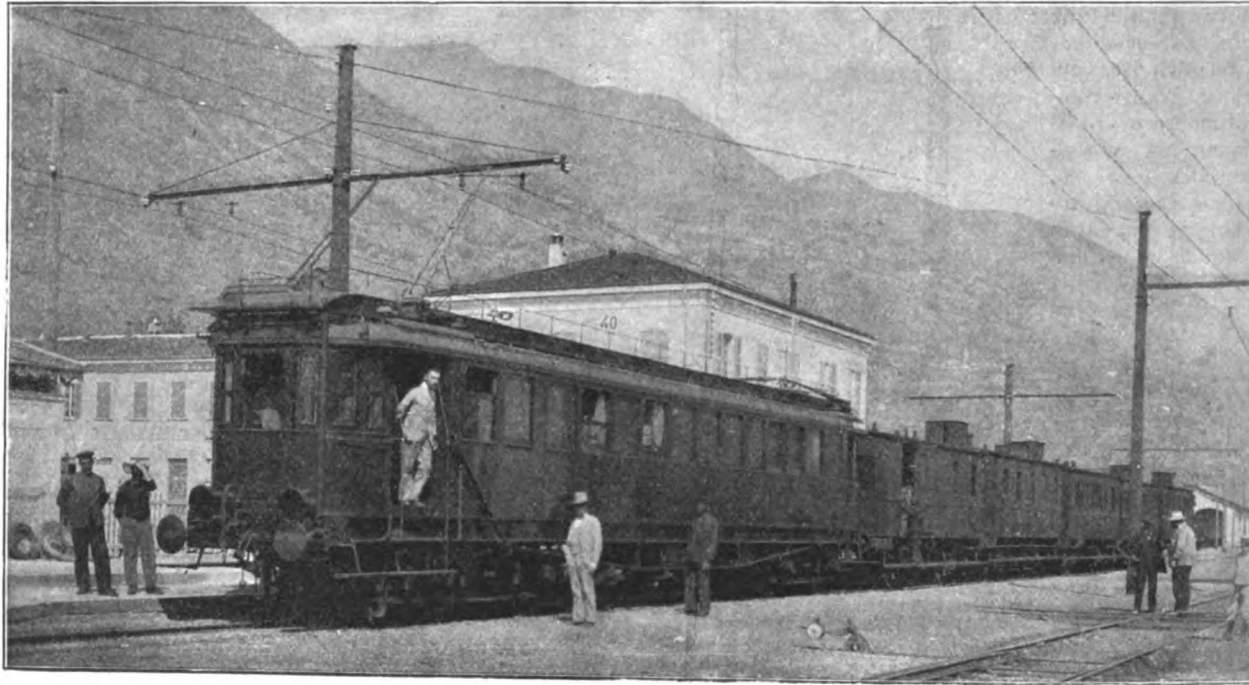


Fig. 49 bis 51.

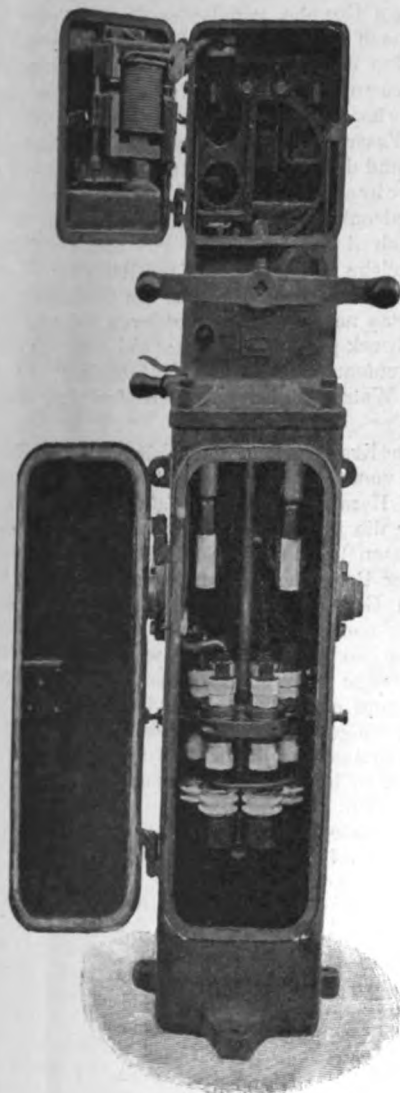
Stromabnehmer.

vorrichtung schlägt, ist ein Glycerinkatarakt eingeschaltet, der die Geschwindigkeit des Stromabnehmers vor der Berührung der Fahrdrähte oder der Auffangvorrichtung verzögert. Jeder Wagen trägt, den beiden Fahrrichtungen entsprechend, zwei Stromabnehmer.

Der Arbeitsstrom von 3000 V gelangt, wie bereits erwähnt, durch biegsame Kabel in den Wagen, wo die Hochspannungsleitungen durchweg in Metallrohre, die mit dem Eisengestell des Wagens gut leitend verbunden sind, einge-

Fig. 52.

Primärschalter im Motorwagen.



legt sind. Eine Abzweigung der Hochspannungsleitung führt zu einem Transformator von 8 KW Leistung, welcher Strom von 100 V für den Motor des Luftkompressors, für die Beleuchtung, Beheizung und für die Lüftmotoren liefert. Die Hauptleitung endet im Kasten des Primärschalters in den beiden Führerkabinen. Die Zuleitungen zu den beiden Stromabnehmern können durch Herausnehmen von Leitungsstücken,

die in einem kleinen, gußeisernen Kasten untergebracht sind, voneinander getrennt werden. Dies muß dann geschehen, wenn ein Stromabnehmer untauglich wird und die Fahrt mit dem andern fortgesetzt werden soll.

Der Primärschalter hat sechs Stöpselkontakte, die in eine um eine senkrechte Welle drehbare Scheibe eingeschraubt sind. Jedem Kontaktstift entspricht eine isoliert gefasste Metallhülse. Die federnden Stifte erzeugen beim Herausziehen aus der Hülse eine geringe Luftverdünnung, die den Lichtbogen auslöscht. Die Scheibe der Kontaktstifte ist durch einen aus dem Schalterkasten herausragenden Schalthebel um 60° verdrehbar. Dieser Hebel dient zur Umkehrung der Fahrtrichtung; er kann nur in stromlosem Zustande des Schalters bewegt werden. Der Primärschalter kann vonhand mit

Fig. 53.

Luftventil zum Anheben und Senken des Stromabnehmers.



einem Schalthebel oder durch Luftdruck aus- und eingeschaltet werden. Fig. 52 zeigt den Primärschalter in geöffnetem Zustande.

Teile, die hochgespannten Strom führen, sind nur in den Kasten der Abschmelzsicherungen und des Primärschalters zugänglich. Damit der Wagenführer bei eingeschaltetem Strome diese Teile nicht berühren kann, steckt der Schlüssel zu jenen Kasten in dem Ventilgehäuse, das mit dem Luftzylinder der Stromabnahmevorrichtung verbunden ist, und kann nur dann herausgenommen werden, wenn der Ventilhebel so gestellt ist, daß sich der Stromabnehmer in herabgelassenem Zustande befindet. Es könnte noch vorkommen, daß der Wagenführer den Primärschalterkasten öffnet, den Schlüssel herausnimmt und den Stromabnehmer in die Höhe läßt. Um auch dies zu vermeiden, kann der Schlüssel bei geöffneter Tür nicht aus dem Schlosse gezogen werden. Es können daher die Türen der mehrerwähnten Schalt- und Sicherungskasten nur dann geöffnet werden, wenn der Wagen stromlos ist. Fig. 53 stellt das Ventilgehäuse mit dem eingesteckten Schlüssel dar.

(Schluß folgt.)