

# ELEKTRISCHE BAHNEN

## ZENTRALBLATT

### FÜR DEN ELEKTRISCHEN ZUGBETRIEB

Herausgegeben von Reichsbahndirektor Ministerialrat a. D. Dr.-Ing. eh. W. Wechmann, Berlin, Reichsbahnoberrat Otto Michel, München und unter Mitwirkung von

Sir Philip Dawson, London  
M. Inst. C. E., M. I. M. E., M. I. E. E., M. P.

Ing. P. Dittes, Wien  
Sektionschef, Direktor a. D. für die Elektrisierung  
der Österreichischen Bundesbahnen

Iwan Oefverholm, Stockholm  
Sektionschef der Elektrisierung  
der Königl. Schwedischen Staatsbahnen

Hippolyte Parodi, Paris  
Directeur honoraire des Services d'Electrification  
Ingénieur Conseil de la Compagnie des Chemins  
de fer d'Orléans

L. von Verebely, Budapest  
Ordentlicher Öffentlicher Professor  
Staatsbaurat, Leiter der Elektrisierung der  
Königl. Ungarischen Staatsbahnen

Hj. Schreiner, Oslo  
Oberingenieur  
der Norwegischen Staatsbahnen  
Ingenieur F. Steiner, Bern  
Sektionschef der Generaldirektion  
der Schweizerischen Bundesbahnen  
F. H. Shepard, New York  
Director of Heavy Traction,  
Westinghouse Electric & Manufacturing Company

IX. JAHRGANG

JANUAR 1933

HEFT 1

**INHALT:** Elektrische Lokomotive der Achsfolge Bo—Bo mit geschweißten Rahmen- und anderen neuartigen Bauteilen (Bauart Siemens-Schuckert). Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel, Berlin. S. 1. — Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. eh. Walter Reichel. Von Dr. Wechmann und Michel. S. 9. — Neuere amerikanische Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotiven. Von K. Sachs, Baden (Schweiz) und C. E. Boston, East Pittsburgh). S. 10. — Die Bauarten der Stromabnehmer und ihre Dynamik. Von J. Beier, Mannheim. S. 18. — Verringerung des Gewichtes von Fahrleitungen. Von Dipl.-Ing. Ad.-M. Hug, Thalwil (Zürich). S. 21. — Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1932. S. 23. — Zeitschriftenschau.

## Elektrische Lokomotive der Achsfolge Bo-Bo mit geschweißten Rahmen- und anderen neuartigen Bauteilen (Bauart Siemens-Schuckert).

Von Prof. Dr.-Ing. W. Reichel, Berlin.

### Einleitung.

#### A. Die Entwicklung zum Zahnrad-Einzelantrieb.

Bereits vor dem Weltkriege, in der Zeit der Entwicklung elektrischer Wechselstrom-Lokomotiven<sup>1)</sup> habe ich bei den Siemens-Schuckertwerken die Überzeugung vertreten, daß die Bauart der elektrischen Lokomotiven, die Drehmomente von sehr großen Elektromotoren auf Triebachsen mittels Stangen zu übertragen, unvorteilhaft sei. Ich befürwortete bei Geheimrat Dr. Wittfeld aus wirtschaftlichen Gründen und aus Gründen der größeren Einfachheit, die Drehmomente der Motoren durch einfache Zahnradübersetzung, und zwar möglichst im Einzelantrieb, zu übertragen. Wittfeld hat noch im Jahre 1912 dem Plane zugestimmt: Eine Anzahl Lokomotiven Bauform  $A_2 + A_3$  mit sechs Triebachsen, angetrieben von je einem Motor, für die Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h zu bauen. Sie kamen nach Kriegsende in Betrieb. Nach längerer Betriebszeit ergab sich, daß die Lokomotiven solcher Bauart mit Tatzenmotoren<sup>2)</sup> in der Unterhaltung am billigsten und bequemsten sind<sup>3)</sup>. Daher wurde nunmehr das Vertrauen der Reichsbahn in die Zahnradgetriebe größer, und es entstanden Reihen von Lokomotiven mit Zahnradmotoren, bei denen aber zunächst zwei oder drei mit Stangen gekuppelte Triebachsen von einem Doppelmotor über Zahnrad getrieben wurden (Bauformen 2 B B 2 und C—C).

In dem letzten Jahrzehnt ging die Deutsche Reichsbahn schließlich ganz zum Zahnrad-Einzelantrieb über, nachdem vor allem auch die Erfahrungen mit den Schnellzuglokomotiven Achsfolge 1 D<sub>0</sub> 1 nach der Bauart Buchli-Brown-Boveri und später mit dem Westinghouse-Kleinow-Antrieb der AEG mit Hohlwelle (elektr. Ausrüstung von AEG und SSW) äußerst günstig ausgefallen sind. Die Siemens-Schuckertwerke unternahmen es nun, unter Zustimmung der Deutschen Reichsbahn (insbesondere von Dr.-Ing. eh. Wechmann) gleichzeitig als Probellokomotiven für Fahrgeschwindigkeiten von 110 km/h zwei Schnellzuglokomotiven von 2000 kW Dauerleistung zu bauen, angetrieben von vier gewöhnlichen Tatzenmotoren. Diese

Lokomotiven<sup>4)</sup> haben den Erwartungen in bezug auf Gewicht — 105 t — und Leistung entsprochen und sind dauernd im Personen- und Schnellzugdienst in Betrieb. Die eine Lokomotive besitzt Drehgestelle mit je zwei Triebachsen und einer Laufachse, Bauform 1 Bo—Bo 1, die andere hat einen starren Rahmen, die Laufachsen sind einstellbar, Bauform 1 Do 1. Bei der Lokomotive Bauform 1 Bo—Bo 1 liegt die Hälfte des Motorgewichts im Betrage von rd. 2,5 t ungedeutert auf der Triebachse, bei der Bauform 1 Do 1 ist auch diese Hälfte des Gewichtes in ganz einfacher Weise abgedeutert (Knüppelfederung). Die großen Zahnräder besitzen Federung. Irgendein Nachteil der Tatzenaufhängung hat sich für die Motoren im Dauerbetriebe bei beiden Lokomotiven nicht ergeben. Ein Unterschied zwischen beiden Aufhängungen ist nicht festzustellen gewesen.

Der Tatzenmotor hat sich also auch für die Geschwindigkeiten der Schnellzüge und deren hohe Leistungen brauchbar gezeigt und die Leistung kann bei dem Gewichte von höchstens 20 t je Triebachse untergebracht werden. Störender Einfluß auf den Oberbau konnte schon deshalb nicht festgestellt werden, weil die tote Last der Triebachsen einschl. Motoranteil nur 5 t beträgt und außerdem der Ölfilm am Tatzenlager etwas dämpft. Zur Beruhigung von Gegnern des Tatzenmotors kann die federnde Tatze zur Anwendung kommen, wie bei den Tatzenlagern der 1 Do 1-Lokomotive; ich halte sie nicht für nötig, aber die Konstruktion ist vorhanden und hat sich bewährt.

Die Entwicklung zur Einfachheit und der Erfolg haben dazu angespornt, weitere Schritte zu unternehmen und eine leistungsfähige Lokomotive mit vier Motoren in zwei Drehgestellen zu bauen. Will man die Entwicklung voll verstehen, so muß man sich folgendes zum Grundsatz nehmen: Für alle Leistungen des elektrischen Bahnbetriebes mit Wechselstrom in Deutschland muß man heute das notwendige Motorvolumen in Tatzenmotoren von 500 kW Dauerleistung und mehr unterbringen und die sonstige gesamte elektrische Ausrüstung so anpassungsfähig halten können, daß mit wenigen einfachen Bauformen der Lokomotiven ein Auslangen gefunden werden kann, wie folgt:

1. Schwere Schnellzuglokomotiven für 110 km/h mit drei oder vier Triebachsen mit Tatzenmotoren von mindestens je 600 kW und zwei Laufachsen, Bauform 1 Co 1 und 1 Do 1 mit Gewichten von rd. 86 t und 106 t.

2. Güter- und Personenzuglokomotiven bis 90 km/h, vier Triebachsen mit Tatzenmotoren von mindestens je 435 kW Dauerleistung, Bauform Bo—Bo mit einem Gewicht von rd. 80 t.

<sup>1)</sup> Siemens & Halske AG stellte im Jahre 1902 nach den Angaben des Verfassers eine Schnellbahn-Lokomotive für Drehstrom 10 kV und 50 Hertz mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 bis 130 km/h fertig. Sie war mit vier Tatzenmotoren von je rd. 300 kW Leistung ausgerüstet. ETZ 1902 S. 685.

<sup>2)</sup> Vergl. Tetzlaff und Schlemmer, „Neuere elektr. Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn“, Z. VDI, Bd. 73 (1929), S. 667 u. f.

<sup>3)</sup> Auch die von den Bergmann E. W. für die Strecke Salzburg—Reichenhall—Berchtesgaden gebauten und im Jahre 1913 in Betrieb gesetzten Lokomotiven der Achsfolge Bo—Bo haben sich bestens bewährt.

<sup>4)</sup> Vergl. Elektr. Bahnen, Bd. 4 (1928) S. 1.

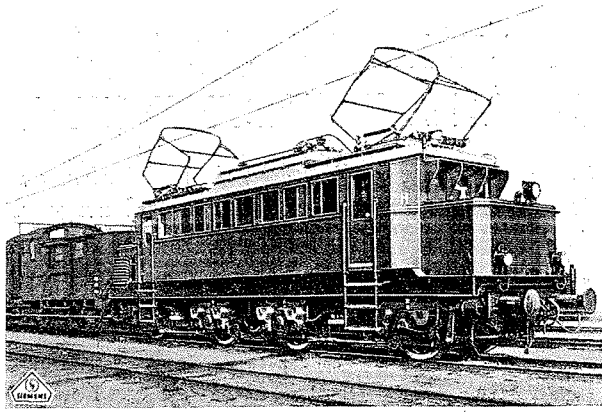


Bild 1. Versuchslokomotive Bo—Bo der Siemens-Schuckertwerke.

Mit Hilfe dieser zwei Bauarten von Motoren (Leistungsverhältnis rd.  $1:\sqrt{2}$ ) lassen sich noch andere Kombinationen finden, wie z. B.

3. leichte Güter- und Personenzuglokomotiven bis 90 km/h, Leistung 1300 kW, drei Triebachsen mit Tatzenmotoren von mindestens je 435 kW, Bauform Co.

4. schwere Güterzuglokomotiven Co—Co 2400 kW.

Vorwiegend werden die Bauformen 1 und 2 zu verwenden sein. Auch für die Erfordernisse anderer Länder, ganz gleich, ob für Wechselstrom oder Gleichstrom, halte ich den Lokomotivbau mit Tatzenmotoren für durchführbar und verweise auf die anderen bekanntgewordenen Ausführungen.

#### B. Der geschweißte Rahmen.

Der weitere Schritt zu einer Entwicklung leistungsfähiger Lokomotiven, der zum ersten Male von den SSW 1928 gegangen und später auf Anregung der Reichsbahn von anderen Firmen besprochen wurde, bestand nun darin, für den Einbau der Tatzenmotoren auch einen passenden Wagenteil zu finden, der voraussichtlich leicht und doch fest und widerstandsfähig genug sein würde. Da die SSW bereits gewohnt waren, viele Gehäuse und Fundamentrahmen elektrischer Stromerzeuger mit geschweißten Blechen sehr fest und doch leicht und genau herzustellen, so lag es nahe, auch Hauptrahmen oder Drehgestellrahmen von beliebigen Lokomotiven, z. B. die der oben erwähnten Bauformen, ebenfalls mit Rahmen aus geschweißten Blechen zur Ausführung zu bringen. In diesem Falle mußten die SSW mit dem Bau einer Lokomotive auf eigene Gefahr vorgehen, und so wählte man eine Bauform Bo—Bo von mindestens 1400 kW Dauerleistung, bestehend aus Hauptrahmen mit Oberkasten und zwei Drehgestellen, Bilder 1 und 2. Trotz der gewählten leichten Abmessungen war schon während der Herstellung der 6,55 m langen Drehgestelle, Bild 3, sehr große Steifigkeit erzielt, und es ergab sich auch, daß die festgesetzten Zeichnungsmaße zufolge Aufbaues der Gebilde auf einer gut ebenen Herstellungs-Grundplatte (im Dynamowerk der Siemens-Schuckertwerke) genau eingehalten werden konnten, obwohl die Bleche nur mit dem Schneidbrenner zugeschnitten waren. Das gleiche traf zu für den ebenfalls im Dynamowerk hergestellten Rahmen (Bild 4) der trotz seiner Länge überraschend sauber und ohne Verwerfung ausgefallen ist. Der Einbau zusätzlicher Teile, wie der auswechselbaren Bremsgehänge, Achsbuchführungen und dergleichen in die Drehgestelle (Bild 3) bereitet keine Umstände. Der Hauptrahmen und der Oberkasten (Bild 1) paßten, obwohl in verschiedenen Werkstätten gebaut, restlos zueinander. Nach den guten Ergebnissen der Herstellung ist für später geplant, auch den Kasten, der jetzt noch genietet ist, zum größten Teil ebenfalls zu schweißen. Auch die Gehäuse der Tatzenmotoren bestehen aus geschweißten Blechen.

Das vollkommene Gelingen des Unternehmens, den Schweißbau auch für Lokomotiven zur Anwendung zu bringen, berechtigt zu den besten Hoffnungen auch für spätere Reihenbauten und für den Betrieb, und es darf angenommen werden, daß auch in wirtschaftlicher Hinsicht ein guter Fortschritt erzielt wird.

Es soll nunmehr dazu übergegangen werden, über die Einzelheiten der Lokomotiv-Bauform Bo—Bo kurz zu berichten<sup>5)</sup>.

Die Lokomotive (Bild 1) ist bestimmt zur Beförderung von leichten und schweren Güterzügen auf Flachlandstrecken, leichten Güterzügen auf Gebirgsstrecken sowie von Personen- und Eilpersonenzügen auf allen Strecken. Die Steuerung ist

<sup>5)</sup> Die nachfolgende Beschreibung wurde unter Mitwirkung von Obering. Herrmann der SSW bearbeitet.

so eingerichtet worden, daß zwei gekuppelte Lokomotiven einmännig von einem Führerstand aus gesteuert werden können. Durch eine solche Doppellokomotive können auch schwere Güterzüge auf Gebirgsstrecken befördert werden. Die höchste Fahrgeschwindigkeit beträgt 80 km/h<sup>6)</sup>. Mit Ausnahme der Schnellzüge können sämtliche Züge mit Lokomotiven dieser Einheitsbauart befördert werden.

Die Gesamtanordnung der Lokomotive ist aus den Bildern 1 und 2 zu ersehen. Die Hauptkennzahlen sind:

Stromart	Einphasenwechselstrom
Fahrdrahtnennspannung . . . . .	15 kV
Nennfrequenz . . . . .	16 $\frac{2}{3}$ Hz
Treibraddurchmesser . . . . .	1250 mm
Länge über Puffer . . . . .	14530 „
Gesamtrahndstand . . . . .	9800 „
Entfernung der Drehzapfen . . . . .	6300 „
Radstand der Drehgestelle . . . . .	3500 „
Kastenbreite . . . . .	2960 „
Dachhöhe über Schienenoberkante . . . . .	3950 „
Zahl der Motoren . . . . .	4
Übersetzung der Zahnräder . . . . .	1 : 4,94

Leistungen nach den REM-Vorschriften und Zugkräfte der Motoren, gemessen an den Motorwellen:

1 Stunde lang	1640 kW	und	13 700 kg	bei	44 km/h
dauernd	1400 „	„	10 600 „	„	48 „
„	1660 „	„	7 500 „	„	80 „

Anfahrzugkraft 5 Minuten lang 21 000 kg bis 22,5 km/h

Nennleistung der Lokomotive = Stundenleistung bei 70 %  $V_{max}$  (= 56 km/h) gemessen nach REB-Vorschriften 2040 kW.

Gewicht der elektrischen Ausrüstung . . . . .	36,3 t
Gewicht des mechanischen Teiles . . . . .	42,2 t
Gesamtgewicht 78,5 t	

#### Mechanischer Teil.

Bei Disposition der Lokomotiven war von vornherein Wert darauf gelegt, den mechanischen Teil steif und kräftig zu bauen (Schweißarbeit!), so daß ein ruhiger Lauf selbst bei einer Übersetzungsgeschwindigkeit von 90 km/h gesichert war.

Der mechanische Teil besteht in der Hauptsache aus den beiden Drehgestellen (Bild 3), der Brücke (Bild 4) und dem Kastenaufbau mit den beiden Vorbauten.

Die Drehgestellrahmen sind als Außenrahmen durchgebildet. Die Längsträger sind aus leichten, nur 20 mm starken Stahlblechen ausgeschnitten. Sie sind durch Längsurte verstärkt und durch kastenförmig zusammengefügte Querbleche gegeneinander versteift. Sämtliche Bleche sind sehr sorgfältig durch elektrische Schweißung verbunden, so daß der Rahmen trotz des geringen Gewichtes große Festigkeit aufweist. Ebenso ist die 13,2 m lange Brücke aus Längs- und Querblechen zusammengeschweißt. Dieselbe ist oben durch das 6 mm starke Trittlech abgedeckt.

Jedes Drehgestell enthält zwei Triebachsen, die durch je einen Motor mittels beiderseitigen Zahnradvorgeleges angetrieben werden. Für die Achsbuchsen ist die Bauart Peyinghaus gewählt worden, bei der die Schmierung durch am Achsschenkel befestigte Ölschleudern erfolgt. Beide Drehgestelle sind durch eine Mittelkupplung verbunden, so

<sup>6)</sup> Es steht nichts im Wege bei entsprechender Zahnradübersetzung auf 90 oder 100 km/h überzugehen.

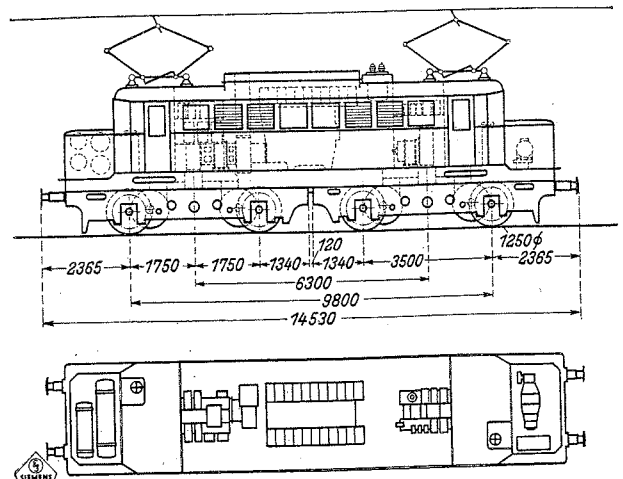


Bild 2. Zeichnung der Lokomotive Bo—Bo.

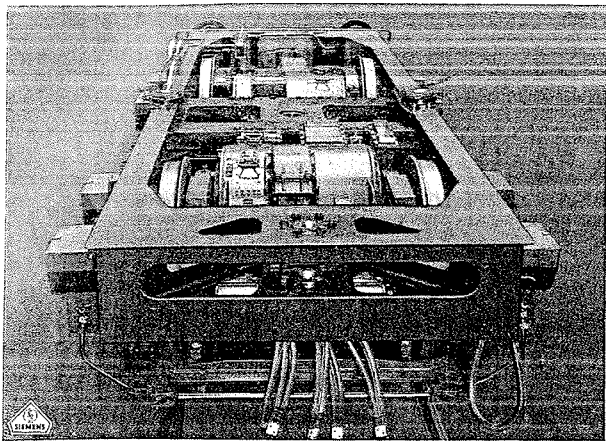


Bild 3. Drehgestell.

daß die Zugkräfte der Motoren über diese Kupplung unmittelbar auf die Zug- und Stoßvorrichtungen übertragen werden.

Die Drehgestelle sind mit der Brücke durch zwei in Kugeln gelagerte Drehzapfen verbunden, die seitlich gegen Federdruck verschiebbar sind. Der hintere Drehzapfen ist mit Rücksicht auf die Einstellung in Gleiskrümmungen auch längsverschieblich. Zur Aufnahme der senkrechten Drücke dienen vier gefederte Stützen.

Der Kastenaufbau besitzt an jedem Ende einen geräumigen Führerraum (Bild 5), dazwischen befindet sich der Maschinenraum. In der Mitte des letzteren steht der luftgekühlte Transformator, auf dem die Drosselpulen und die Stufenschütze aufgebaut sind. Der Maschinenraum enthält ferner die Lüftersätze für den Transformator und die Fahrmotoren, den Hauptschalter und zwei Apparategerüste (Bilder 6 und 7), in denen die elektrischen Schaltapparate übersichtlich angeordnet sind. Auf jeder Längsseite ist ein breiter Gang vorhanden, so daß das Innere sehr geräumig ausgefallen ist. Jede Seitenwand enthält im oberen Teil vier Schiefenfenster und vier Lüftungsöffnungen. Letztere sind mit Jalousien und Gittern versehen; bei sehr starkem Regen oder Schneesturm können sie durch Blechklappen vollständig verschlossen werden. Im unteren Teil jeder Seitenwand ist eine durch ein abschraubbares Blech abgedeckte Öffnung zum Ein- und Ausbau der Lüftersätze vorhanden. Der mittlere Teil des Daches ist erhöht und abnehmbar eingerichtet, um den Transformator leicht ausbauen zu können.

Die Vorbauten sind in der Höhe so bemessen, daß die Aussicht des Führers auf die Strecke nicht behindert wird. Der vordere Vorbau enthält die Luftpumpe, der hintere Vorbau zwei Hauptluftbehälter von je 400 l Inhalt und zwei Sonderbehälter von je 150 l Inhalt.

Die Lokomotive besitzt eine Einkammer-Druckluftbremse und Zusatzbremse der Bauart Knorr. Jedes Drehgestell enthält zwei 10"-Bremszylinder. Die Bremsklötze wirken einseitig; sie sind in Höhe der Radmitten angeordnet. Bei der Betriebsbremse mit 3,5 atü werden 70 vH, mit der Zusatzbremse bei 5 atü 100 vH des Lokomotivgewichtes abgebremst. Von Hand kann die Bremse eines jeden Drehgestelles in dem darüber befindlichen Führerstand durch ein

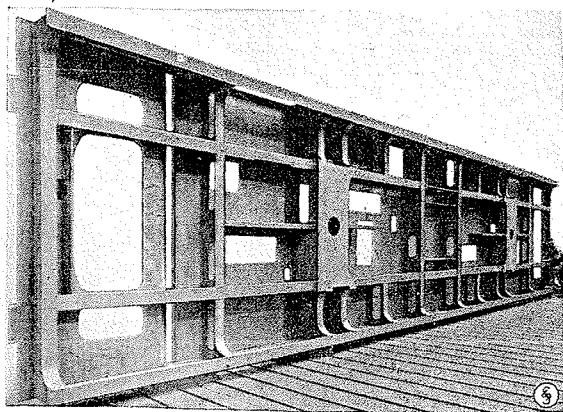


Bild 4. Brückenrahmen.

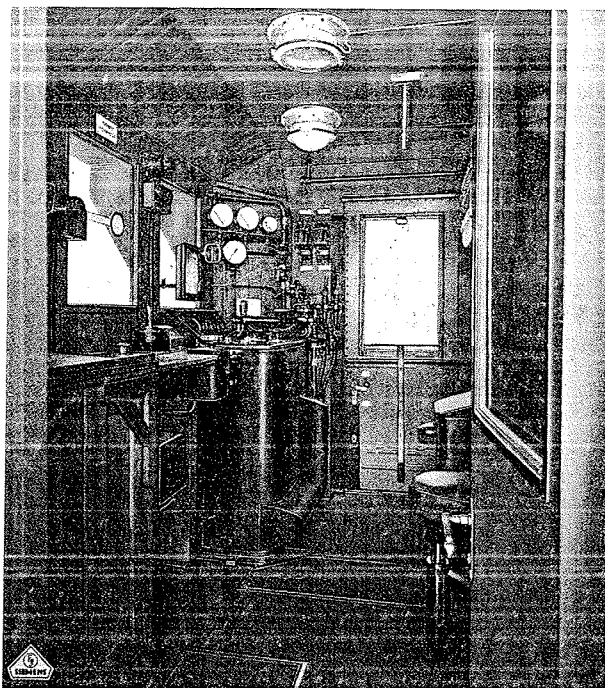


Bild 5. Führerraum.

Handrad über Kegelräder und eine Schraubenspindel betätigt werden.

Die Druckluftsandstreuere werden durch elektromagnetische Anstellventile betätigt. Es können in jeder Fahrtrichtung die Vorderachse eines jeden Drehgestelles allein oder sämtliche Achsen gesandet werden. Außerdem kann unmittelbar durch Druckluft jeweils die vorderste Achse der Lokomotive mit Sand beschickt werden.

Beim Entwurf der Lokomotive wurde der Einbau einer Achsdruckausgleichvorrichtung vorgesehen, die dann auch

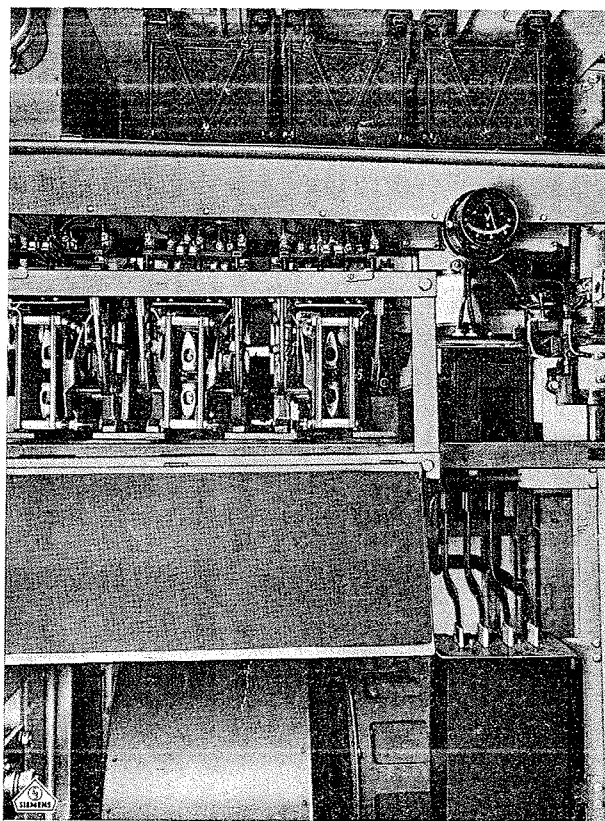


Bild 6. Vorderes Apparategerüst.

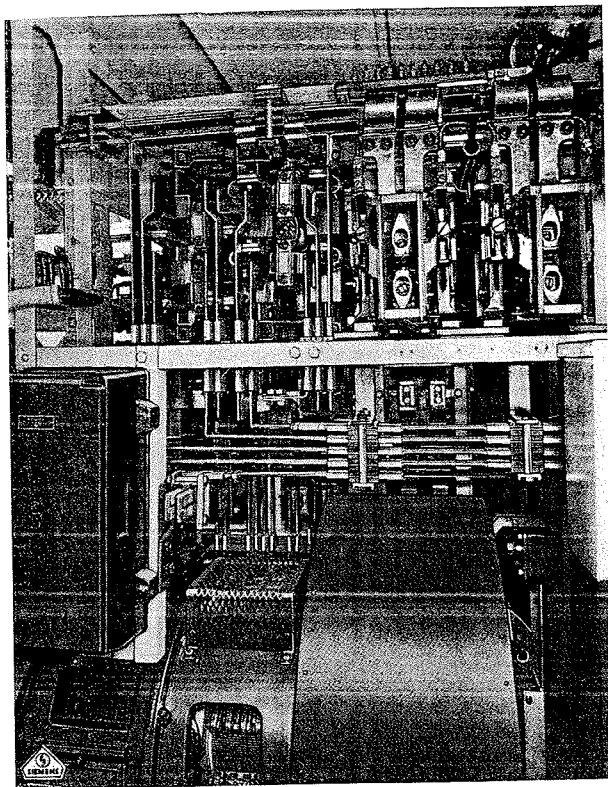


Bild 7. Hinteres Apparaterüst.

später eingebaut wurde, um die Entlastung der vorderen Achsen der Drehgestelle beim Anfahren und die damit verbundene Verminderung des Reibungsgewichtes auszugleichen<sup>7)</sup>. Zu diesem Zweck ist in jedem Vorbau ein doppelwirkender Druckluftzylinder angeordnet, dessen Kolbenstange auf das Kopfende des Drehgestelles wirkt.

#### Elektrische Ausrüstung.

Der Hochspannungs- und der Fahrmotorenstromkreis sind im Starkstromschaltbild (Bild 8) dargestellt.

#### Hochspannungseinrichtung.

Der 15 kV Wechselstrom wird der Fahrleitung durch zwei Scherenstromabnehmer entnommen (Bild 9), die ähnlich der Einheitsausführung der Deutschen Reichsbahn durchgebildet sind, jedoch an Stelle des Druckluftantriebes mit elektrischem Antrieb versehen sind. Zum Heben und Senken des Stromabnehmers dient ein mit zwei Schenkelwicklungen versehener Gleichstrom-Reihenschlußmotor, der von der Batterie gespeist wird. Der Motor treibt über ein Schneckengetriebe und Zahnradvorgelege ein Hebelwerk an, von dem unter Zwischenschaltung eines Isolators eine der Hauptfedern beim Anlegen des Bügels gespannt und beim Niederlegen entspannt wird. Durch Springschalter wird der Motor nach Erreichung der Endstellungen abgeschaltet. Zum Heben sind etwa sechs Sekunden, zum Senken etwa drei Sekunden erforderlich. Diese Zeiten sind wesentlich kürzer als beim Druckluftantrieb. Diese Bauart hat den bemerkenswerten Vorteil, daß die sämtlichen Stromabnehmer z. B. eines Triebwagenzuges beliebiger Länge in der angegebenen kurzen Zeit gesenkt werden können. Im Notfall können die Stromabnehmer auch von Hand durch Drehen einer in das Führerabteil hineinragenden Welle mittels einer abnehmbaren Kurbel leicht betätigt werden.

In der die Stromabnehmer mit dem Hochspannungs-Hauptschalter verbindenden Dachleitung sind zwei Trennschalter angeordnet, die vom Maschinenraum aus bedient werden können.

Zum Schutz des Transformators gegen Überspannungen ist ein Kathodenfall-Ableiter (Bild 10) vorgesehen. Dieser hat die Eigenschaft, hohe Wanderwellen rasch und kräftig abzusenden. Er besteht aus aufeinandergeschichteten Ableiterschichten, deren gegenseitige Abstände wenige Hundertstel mm betragen, und zwei Reihenfunkenstrecken. Das Porzellangehäuse ist gut abgedichtet auf einem Bock befestigt.

<sup>7)</sup> Siehe Elektr. Bahnen 1932, Seite 142 u. f. Apelt: Achsdruckausgleichsvorrichtung für Drehgestellokomotiven (Bauart SSW).

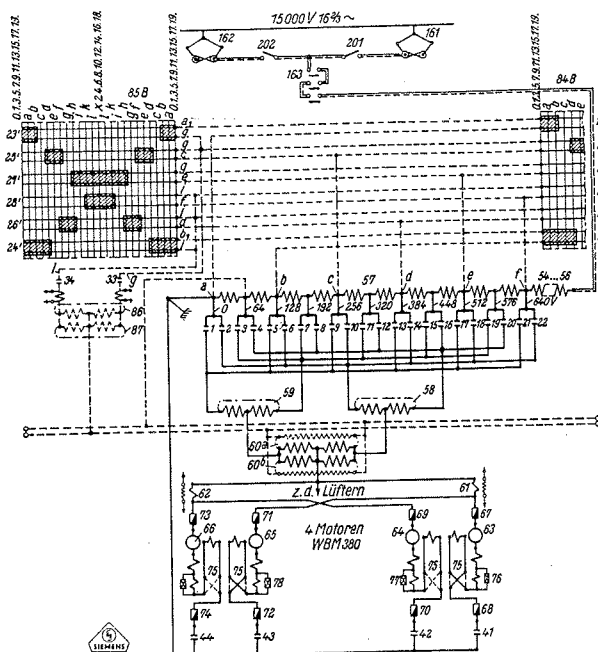


Bild 8. Starkstromschaltbild.

Als Hochspannungs-Hauptschalter wurde zunächst ein Ölschalter ELO 4 verwendet, der gegenüber dem bei der 1 Bo — Bo 1-Lokomotive verwendeten Ölschalter ELO 3<sup>7)</sup> verschiedene Verbesserungen aufweist. Nachdem die Expansionschalter sich in Kraftwerken und Unterwerken gut bewährt hatten, bestand auch bei der Reichsbahn der Wunsch, diese Schalter ebenfalls auf Lokomotiven zu erproben. Es wurde deshalb im September 1931 ein Expansionschalter eingebaut, der die für Unterwerke übliche Bauart mit zwei Kammern hatte. Dieser Schalter hat zur Zufriedenheit gearbeitet. Da weiter der Wunsch bestand, den Expansions-

<sup>7)</sup> Vergl. Elektr. Bahnen 1928, Heft 1, Seite 5 und Heft 8 Seite 241.

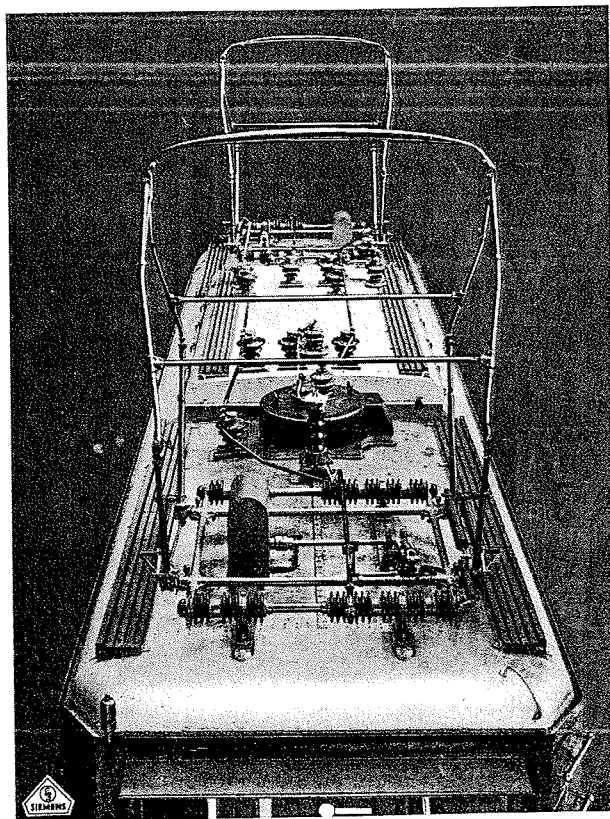


Bild 9. Elektrisch angetriebene Stromabnehmer mit Dachleitung.

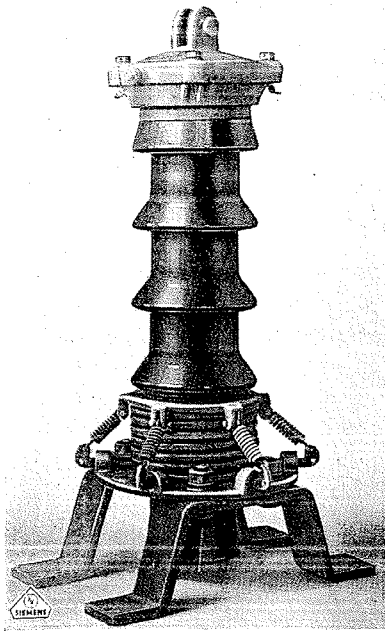


Bild 10. Kathodenfallableiter als Transformatorschutz.

Die Führerbügelhalter haben Deckelplatten und Handgriffe gleicher Ausführung wie die Einheits-Führerbügelventile der Deutschen Reichsbahn, sie sind jedoch für rein elektrische Betätigung eingerichtet.

In der Stellung „Bügel hoch“ erhalten die Aufwärtsschenkelwicklungen und die Anker der Stromabnehmermotoren Strom aus der Batterie. Die Stromabnehmer werden an den Fahrdrabt gelegt, worauf die Motoren durch die Endausschalter wieder von der Batterie abgeschaltet werden.

In der Stellung „Schalter ein“ wird das Hauptschalter-Einschaltventil an die Batterie angeschlossen, worauf Druckluft in den Einschaltzylinder einströmt und den Hauptschalter einschaltet. Der Handgriff ist dann in die Stellung „Stromabnehmer hoch“ zurückzudrehen. Falls Druckluft von mindestens 4 atü nicht vorhanden ist, muß der Hauptschalter von Hand mittels eines Hebels eingelegt werden.

Um den Hauptschalter auszuschalten, muß der Handgriff in die Stellung „Schalter aus“ gebracht werden. Dann wird der Fernauslösemagnet an die Batterie angeschlossen, der Hauptschalter schaltet aus und macht mit einem Hilfskontakt die Spule des Fernauslösemagneten stromlos, so daß eine Überlastung derselben ausgeschlossen ist.

Beim Weiterdrehen in die Stellung „Bügel nieder“ erhalten die Abwärts-Schenkelwicklungen und die Anker der Stromabnehmermotoren Strom aus der Batterie. Die Stromabnehmer werden gesenkt, worauf die Motoren durch die Endausschalter wieder von der Batterie abgeschaltet werden.

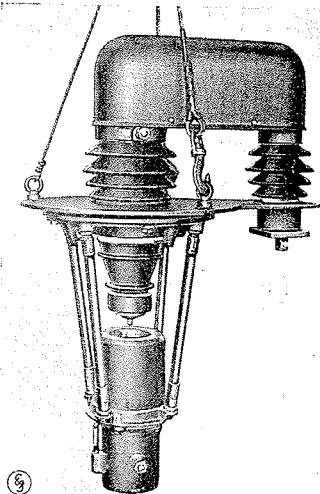


Bild 11. Expansionsschalter.

schalter so auszubilden, daß er mit dem Antrieb in die Grundplatte für die Einheitsölschalter eingebaut werden kann, wurde von dem SSW noch ein entsprechender Einkammer-Expansionschalter (Bild 11) entwickelt.

Die Kurzschluß-Schaltversuche, die mit diesem Schalter ausgeführt wurden, sind gut verlaufen.

Um die Hauptschalter zweier gekuppelter Lokomotiven von einem Führerstand einschalten zu können, ist an den Hauptschalter ein Druckluftventil für Gleichstrom 24 V angebaut.

Hauptschalter und Stromabnehmer werden durch den Führerbügelhalter (Bild 12) gesteuert, der in dem Führerraum neben dem Führerschalter angeordnet ist.

motor der Manteltype mit Zylinderwicklung und Luftkühlung ausgeführt.

Die Spulen, die den mittleren Kern des liegend angeordneten Eisenkörpers umgeben, sind konzentrisch so ineinander geschoben und durch Zwischenlagen und Stützen aus Isoliermaterial gegeneinander versteift, daß zwischen ihnen axiale Luftkanäle gebildet werden. Der Transformator ist von einem Blechmantel umgeben. Auf der dem Hauptschalter zugewendeten Stirnseite ist der Blechmantel offen, auf der anderen Stirnseite ist der Saugkasten für den Lüfter angebaut. Die Kühlluft wird auf der offenen Stirnseite angesaugt, streicht um den Eisenkörper und durch die Kühlkanäle zwischen den Wicklungszylindern und wird schließlich durch einen Abluftkamin über das Dach hinausgeblasen.

Die Nenn-Dauerleistung des Transformators beträgt 1460 kVA im Sommer und 1660 kVA im Winter. Ober- und Unterspannungswicklung sind in Reihe geschaltet (Spar-schaltung). Die Unterspannungswicklung ist mit 11 Anzapfungen von 0 bis 640 V versehen, um den Motoren verschiedene Spannungen zuführen zu können. Außerdem sind folgende Anzapfungen vorhanden: 208 V für den Steuerstrom und die Hilfsmotoren, 152 V für die Lüftermotoren in Winter-schaltung, 800 und 1000 V für die Zugheizung.

In dem Transformatorgehäuse sind noch die für die Steuerung der Motoren erforderlichen Drosselspulen, der Hochspannungsstromwandler und zwei Niederspannungsstromwandler eingebaut. An den Längsseiten sind die Stufenschütze aufgebaut. Dies hat den Vorteil, daß die Verbindungsschienen die kürzest-möglichen Längen erhalten und daß beim Ausbau des Transformators nur wenige Schienenverbindungen zu lösen sind.

Fahrmotoren.

Jedes Drehgestell enthält zwei Fahrmotoren (Bild 13 und 15), die auf der einen Seite mit Tatzlagern auf den Treibachsen ruhen, auf der anderen Seite mit zwei Bolzen unter Zwischenschaltung von Federn im Drehgestell hängen.

Die Motoren sind Reihenschlußmotoren mit Wendepolen und Kompensationswicklung.

Das Gehäuse besteht aus einem Mittelteil und zwei Lager-schilden. In den Mittelteil ist der Ständer eingepreßt. Über und unter dem Kommutator sind große Öffnungen für die Bedienung der Kohlebürsten vorgesehen. Die Lagerschilder enthalten die Rollenlager für die Läuferwelle. Abweichend von der früher üblichen Ausführung aus Stahlformguß ist das

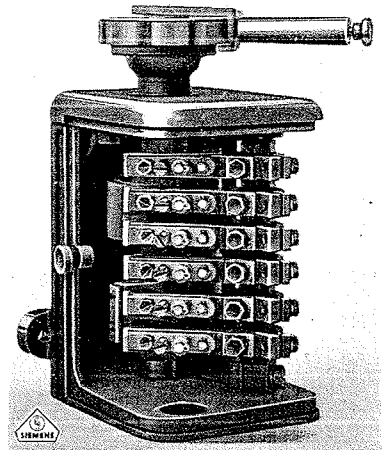


Bild 12. Führerbügelhalter.

Zur Steuerung des Stromabnehmerantriebes zweier gekuppelter Lokomotiven und zum Ein- und Ausschalten des Hauptschalters sind vier durchgehende Leitungen vorgesehen. Diese Zahl kann auf zwei vermindert werden durch Anwendung der in Bild 13 dargestellten Schaltung<sup>8)</sup>.

Von der Kammer des Expansionschalters führt die Hochspannungsleitung zum Transformator.

Der Transformator (Bild 14) setzt die Fahrdrabtspannung auf die für die Fahrmotoren und Hilfseinrichtungen geeigneten Spannungswerte herab. Er ist als Trockentransfor-

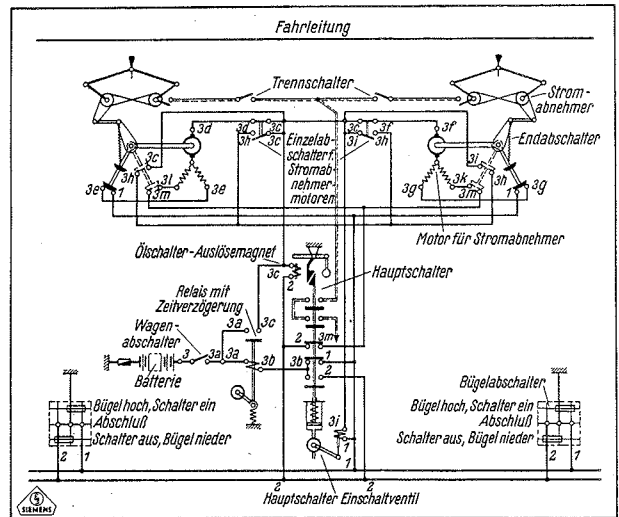


Bild 13. Schaltbild für Bügel- und Hauptschalterbetätigung.

<sup>8)</sup> D. R. P. a.

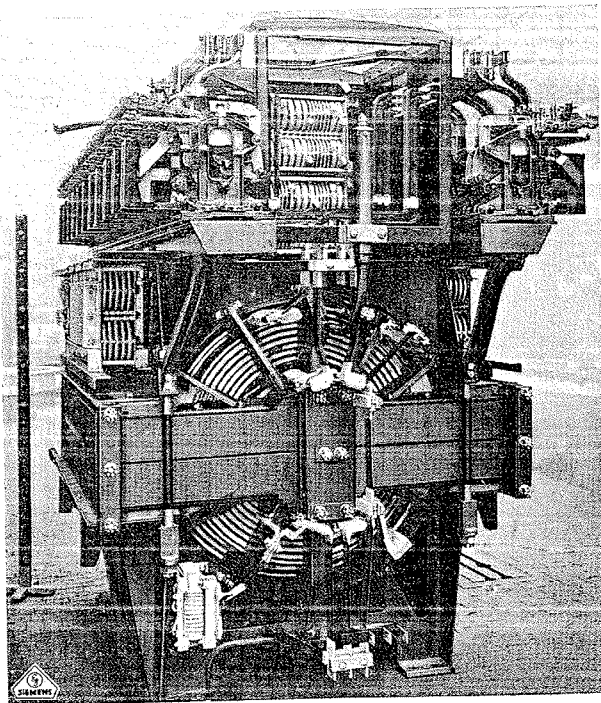


Bild 14. Trockentransformator mit aufgebauten Stufenschützen.

Gehäuse zwecks Gewichtersparnis aus Walzstahl geschweißt hergestellt. Die Tatzenlager besitzen Lagerschalen aus Rotguß mit Weißmetallausguß und werden durch Wollkissen geschmiert.

Der Ständer ist aus Blechringen mit Lackisolation zusammengesetzt, die durch Preßringe und Schrumpfstäbe zusammengehalten werden. In den Nuten sind in achtpoliger Anordnung die Erreger-, Kompensations- und Wendewicklung enthalten.

Der Läufer besitzt eine Welle aus vergütetem Chromnickelstahl. Auf die Welle ist eine aus Flußstahl geschweißte Nabe aufgepreßt, auf der die Ankerbleche und der Kommutator sitzen. Die Ankerbleche sind mit schräg zur Achse angeordneten Nuten versehen, damit Störungen in den Schwachstromleitungen nach Möglichkeit vermieden werden.

Der Bürstenring, an dem isoliert die acht Bürstenhalter befestigt sind, ist drehbar im Gehäuse gelagert. Die Betriebslage ist durch eine Kerbe und eine unter Federdruck stehende Klinke festgelegt. Den Stromsammelringen wird der Strom durch zwei Bürstenkontakte zugeführt.

Das Drehmoment wird von den Motorläufern auf die Treibachse durch beiderseitig angeordnete einfache Stirnradgetriebe mit 17:84 Zähnen bei  $11\pi$  Teilung übertragen. Die Ritzel sind fest auf der Läuferwelle aufgekeilt. Dadurch, daß die Zahnkränze der großen Zahnräder gegenüber der Zahnradnabe, die auf die verlängerte Treibradnabe aufgepreßt ist, durch Schraubenfedern abgedockt sind, besteht die Möglichkeit einer tangentialen Verschiebung. Die Ritzel sind aus hochwertigem legiertem Stahl, die Zahnkränze der großen Zahnräder aus SM-Stahl mit hochliegender Streckgrenze hergestellt, die Zahnflanken sind gehärtet und geschliffen. Die Nabe des großen Zahnrades ist aus Flußstahl geschweißt.

Da mit Rücksicht auf die Verminderung der Kosten bei den neu zu beschaffenden Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn ungefederte Zahnräder vorgesehen sind, wurden später auch bei der Probelokomotive die gefederten großen Zahnräder durch feste Räder mit Schrägverzahnung ersetzt.

Der Motor ist für Fremdlüftung eingerichtet. Die Kühlluft (rd.  $1,85 \text{ m}^3/\text{s}$  je Motor) wird dem Maschinenraum der Lokomotive entnommen und durch den Motorlüfter dem Motor auf zwei parallel geschalteten Wegen zugeführt (Bild 16). Ein Luftstrom wird durch den Lagerschild auf der A-Seite in die Läuferwelle geleitet und verzweigt sich vor dem Eintritt in die Kommutatornabe; die größere Luftmenge wird durch besondere Lüftungsnuten, die unmittelbar neben den Wicklungsnuten nach der Welle hin in die Läuferbleche eingestanzt sind, axial durch den Läuferblechkörper zurückgedrückt und zieht die Wärme aus der Wicklung und dem Blechkörper, während die kleinere Luftmenge durch die Kommutatornabe innerhalb des Belages hindurchzieht. Nach dem Austritt aus dem Blechkörper wird die Luft an den Läuferwickelköpfen und den Ausgleichsleitern vorbeigeführt,

von einem Schaufelrad gegen die Ständerwickelköpfe geblasen, um darauf den Motor durch Schlitze im Gehäuseumfang zu verlassen.

Der zweite Luftstrom wird oberhalb des Ständerblechpakets in den Hohlraum des doppelwandigen Gehäuses geleitet und umspült den ganzen Umfang des Ständerrückens. Der Hohlraum hat Schlitze nach dem Kommutatorraum hin, in den die Luft über die Ständerwickelköpfe hineintritt. Durch einen Luftführungsring wird sie auf den Kommutator geleitet. Aus dem Kommutatorraum wird die Kühlluft durch Schlitze im Lagerschild ins Freie gedrückt, wobei sie den Kohlenstaub mitnimmt.

Durch Anordnung der Läuferwicklung in vier Schichten und Verwendung von Leitern mit nahezu quadratischem Querschnitt werden die Eisen- und Kupferverluste niedrig gehalten.

Die Messungen im Prüffeld haben die aus nachstehender Tabelle und aus dem Bild 17 ersichtlichen Werte für die Motorleistung ergeben (Erwärmung nach REM, Kommutator  $75^\circ$  Übertemperatur).

Geschwindigkeit (bei halbabgenutzten Radreifen)			
	km/h	56	80
Dauerleistung an der Welle	kW	375	415
Klemmenspannung	V	405	520
Ankerstromstärke	A	1090	935
Stundenleistung an der Welle	kW	455	490
Klemmenspannung	V	430	560
Ankerstromstärke	A	1240	1025

Bei der Höchstdrehzahl ist die Umfangsgeschwindigkeit am Kommutator rund  $44 \text{ m/s}$  und am Läuferblechkörper rund  $61 \text{ m/s}$ .

Infolge der weitgehenden Anwendung des Schweißverfahrens beträgt bei einem Gesamtgewicht des Motors von  $3500 \text{ kg}$  ohne Zahnräder das Gewicht bezogen auf die Leistungseinheit (Dauerleistung) nur  $3500/415 = \text{rd. } 8,4 \text{ kg/kW}$ .

#### Steuerung.

Die Lokomotive ist mit einer handbedienten Schützensteuerung ausgerüstet, die folgende Vorzüge aufweist:

1. Außer den 19 Grobstufen sind 54 Feinstufen vorhanden. Auch auf jeder der Feinstufen kann eine Zeitlang gefahren werden. Dadurch wird ein sehr sanftes Anfahren und eine sehr feine Abstufung der Fahrgeschwindigkeit erzielt. Ferner wird ein praktisch funkenfreies Schalten der Stufenschütze beim Auf- und Abwärtsregeln erreicht, wodurch der Verschleiß der Hauptkontakte auf ein Mindestmaß herabgesetzt wird.
2. Durch einfache Betätigung eines Schalters kann auch mit Grobsteuerung allein gefahren werden.
3. Zwei gekuppelte Lokomotiven können grobstufig oder feinstufig von einem Führerstand aus gesteuert werden.
4. Weitgehende Ersparnis an durchgehenden Leitungen.

Die Schaltung ist aus Bild 8 zu ersehen. An jede der erwähnten elf Anzapfungen des Transformators sind zwei elektromagnetische Stufenschütze ELS 14 (Bild 14) angeschlossen. Auf jeder Grobstufe sind vier Stufenschütze eingeschaltet. Die durch die einzelnen Schütze dem Transformator entnommenen Ströme werden durch zwei Zweifachdrosselspulen (58 und 59) und einen Spannungsteiler (60 a und b) zu einem Gesamtstrom mittlerer Spannung vereinigt. Der Strom teilt sich wieder in zwei Zweige, in die je ein Niederspannungstromwandler eingeschaltet ist, und weiter in je zwei Zweigströme, die über Schmelzsicherungen, die Fahrmotoren, den

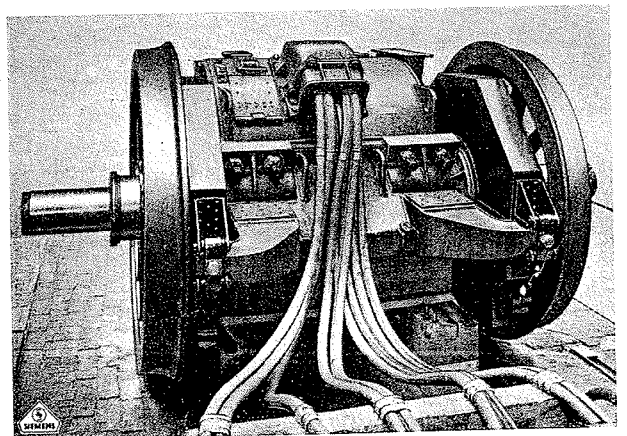


Bild 15. Radsatz mit Motor WBM 380.

Richtungsschalter (75) und die Trennschütze 41—44 zum Transformator zurückfließen.

Die Niederspannungsstromwandler, die Schmelzsicherungen, der Richtungsschalter und die Trennschütze besitzen ebenso wie die Stufenschütze die gleiche Ausführung wie bei der 1 Bo—Bo 1 Lokomotive. Der Richtungsschalter und zwei Trennschütze sind im Bild 7 oben zu sehen.

Die Feinabstufung<sup>9)</sup> wird ähnlich wie bei dem von C. Heilfron bereits im Jahre 1911 angegebenen Verfahren<sup>10)</sup> durch wechselnde induktive Beeinflussung des Spannungsteilers 60 erzielt. Dieser Spannungsteiler ist mit einer zusätzlichen Erregerwicklung versehen, die an die Anzapfung 64 V des Haupttransformators und an den Mittelpunkt der Erregerdrosselspulen 86/87 angeschlossen ist. Die Enden der Erregerdrosselspulen werden über die Erregerschütze 33 und 34 durch die Nockenschalter 23 bis 28 bzw. 23' bis 28' an verschiedene durch die Anzapfungen a—f hergestellte Spannungsintervalle des Haupttransformators gelegt. Das Übersetzungsverhältnis im Spannungsteiler 60 ist 8 : 1.

Auf der Grobstufe 1 sind die Enden der Zweifachdrosselspule 59 durch die Stufenschütze 1 und 3 an die Transformatoranzapfungen 0 V und 64 V angeschlossen, die Enden der Drosselspule 58 durch die Stufenschütze 2 und 4 an die gleichen Transformatoranzapfungen. Die Spannung an den Mittelpunkten dieser Drosselspulen und des Spannungsteilers 60 und damit auch die Spannung an den Fahrmotoren beträgt also 32 V. Beim Weiterschalten öffnet in der Übergangsstellung 1a das Stufenschütz 1. Da der Mittelpunkt der Drosselspule 59 seinen bisherigen Spannungswert 32 V behält, unterbricht das Stufenschütz 1 nur Magnetisierungsstrom, aber keine Leistung. In den Stellungen 1d, 1f, 1h sind die Enden der Erregerdrosselspulen 86/87 durch die Nockenschalter an die Spannungsintervalle 256/128 V bzw. 256/384 V bzw. 512/384 V angeschlossen. Infolge der dadurch bewirkten zusätzlichen Erregung des Spannungsteilers 60 wird die Spannung an den Fahrmotoren stufenweise auf 40 V bzw. 48 V bzw. 56 V erhöht. Auf der Übergangsstellung 1 sind die Enden der Erregerdrosselspulen 86/87 an die Transformatoranzapfungen 512 und 640 V angeschlossen. Infolgedessen beträgt die Spannung an der zusätzlichen Erregerwicklung des Spannungsteilers 60  $576 - 64 = 512$  V, die in der Hauptwicklung des Spannungsteilers induzierte Spannung 64 V. Die Spannung am Mittelpunkt der Drosselspule 59 wird dadurch auf 96 V, die Spannung am freien Ende dieser Drosselspule auf 128 V erhöht. Dieses entspricht dem Spannungswert des Stufenschützes 5, das nunmehr auf Grobstufe 2 leistungslos eingeschaltet wird.

Ebenso wird beim Weiterschalten die Spannung an den Fahrmotoren von Grobstufe zu Grobstufe um 32 V unter Zwischenschaltung von drei Feinstufen erhöht.

Bei elektrischer Kupplung von zwei Lokomotiven wird die Leistung für die zusätzliche Erregung des Spannungsteilers auf den Feinstufen nur dem Transformator der führenden Lokomotive entnommen.

Die Erregerschütze 33, 34 haben den Zweck, beim Betätigen des Schnellausschalter-Druckknopfes den Erregerstrom für die Feinsteuerung abzuschalten. Dieselben können nur mit den

<sup>9)</sup> D. R. P. 295 438 SSW, D. R. P. 529 138 SSW, Schweiz. Patent 150 516 SSW,  
<sup>10)</sup> D. R. G. M. 575 033.

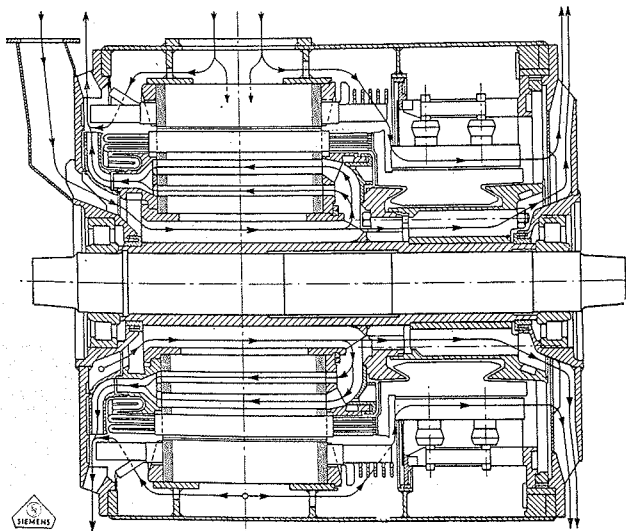


Bild 16. Lüftung des Motors WBM 380.

Trennschützen 41 bis 44 zusammen durch Drehen des Handrades von Stufe 0 auf Stufe 1 wieder eingeschaltet werden. Beim Ausbleiben der Fahrdrachtspannung erfolgt das gleiche.

Um mit den Grob-  
stufen allein zu fahren, wird durch Ausschalten der neben den Fahrhaltern angeordneten Dosen-schalter die Steuerstromzuleitung zu den Erregerschützen 33, 34 unterbrochen.

Der Steuerstrom für die Stufenschütze, Trennschütze, Hilfs-schütze und den Richtungsschalter wird im Betrieb der 208 Volt-Klemme des Transformators entnommen und fließt über den Prüfmotorschalter und die Steuerstromsicherung zu den Fahrhaltern.

Jeder Fahrshalter (ähnlich Bild 18) enthält:

1. Eine Meisterwalze, die vom Handrad unter Zwischenschaltung eines aussetzenden Getriebes gedreht wird und nacheinander die Stufenschütze für die Grobstufen einschaltet.
2. Eine Umschaltwalze zum Einstellen der Fahrtrichtung durch Erregung des Vorwärts- oder Rückwärts-Druckluftventiles des Richtungsschalters.
3. Einen Druckknopf in der Mitte des Handrades zum Schnellausschalten des Steuerstromes.
4. Eine Lüfterwalze, mit der die Lüfter allein (ohne die Fahrmotoren) eingeschaltet werden können.
5. Einen Druckknopf zum Ausschalten der Lüfter.
6. Einen Druckknopf für die Sicherheitsfahrerschaltung.
7. Einen Fußtrittschalter für die Sicherheitsfahrerschaltung.
8. Einen Anzeiger für die Fahrstufen.

Abweichend von Bild 18 ist die Nockenwalze (rechts unten im Bild 18), um die Schaltgeräusche vom Führerstand fernzuhalten, nicht im Fahrshalter selbst, sondern im Vorbau untergebracht. Sie wird vom Handrad mittels Kegelrädern (Übersetzung 2 : 1) angetrieben und betätigt bei einer halben Umdrehung die Nockenschalter 23—28 und bei einer weiteren halben Umdrehung diese Nockenschalter in umgekehrter Reihenfolge. Eine Umdrehung des Handrades und eine halbe Umdrehung der Nockenwalze entsprechen einer Grobstufe.

Die Lüfterwalze ist mit der Meisterwalze mechanisch und elektrisch verriegelt, so daß nur eine derselben eingeschaltet sein kann. Durch die Umschaltwalze sind die anderen Schaltwalzen in ihren Grundstellungen verriegelt, so daß nach Abziehen des Richtungshebels keine Walze mehr gedreht werden kann. Der Druckknopf für den Steuerstrom-Schnellausschalter ist in der Weise gegen das Handrad verriegelt, daß dieses nach Betätigung des Knopfes erst wieder in die Nullstellung gedreht werden muß, um die Motoren wieder einzuschalten.

Wenn die Umschaltwalze in die Stellung „Vorwärts“ oder „Rückwärts“ und die Meisterwalze auf die Vorstufe x gedreht wird, wird durch einen Schnappkontakt, der beim Einschalten bis auf Stufe 1 mitgenommen wird und dann auf die Vorstufe zurückschnappt, in der führenden Lokomotive das Steuerstromschütz eingeschaltet, das sich darauf über seinen Verriegelungs-Arbeitskontakt in der Einschaltstellung festhält. Über den Hauptkontakt des Steuerstromschützes und den eingestellten Kontakt der Umschaltwalze fließt darauf Steuerstrom zum Vorwärts- oder Rückwärts-Druckluftventil des Richtungsschalters. Nachdem der Richtungsschalter sich auf die vorgeschriebene Fahrtrichtung eingestellt hat, werden beim Weiterdrehen des Handrades auf Stufe 1 in jeder Lokomotive nacheinander eingeschaltet: das Stufenschütz 1, das Zusatzschütz, das Stufenschütz 2, das Stufenschütz 3, die Trennschütze 41—44, die Erregerschütze 33, 34 für die Feinsteuerung und das Stufenschütz 4, worauf die Motoren Strom erhalten. Dann setzt bei weiterer Drehung des Handrades die bereits beschriebene Feinregelung ein.

Die Stufenschütze 1 bis 22 sind beim Aufwärts- und Abwärts-schalten vollkommen gegeneinander verriegelt, d. h. es kann kein anderes als das zur Schaltstufe gehörige Schütz ein-

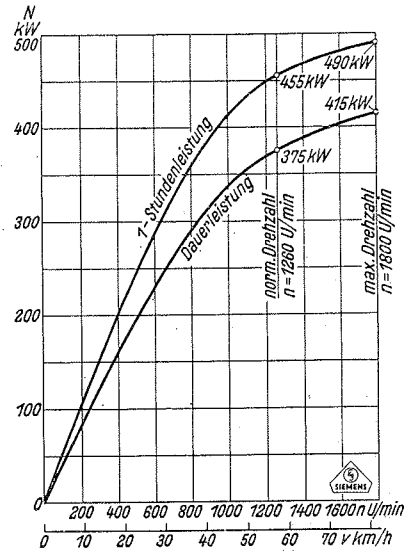


Bild 17. Nutzleistung WBM 380  
Erwärmung nach REM (Kommutator 75°).

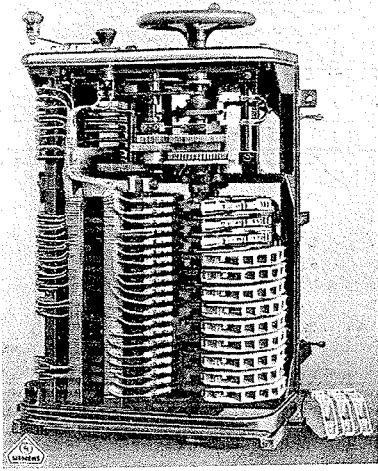


Bild 18. Fahrshalter.

stromauslöser vorgesehen. Die Magnetspulen der Auslöser sind an die Sekundärwicklung der bereits erwähnten Niederspannungsstromwandler angeschlossen. Über die Ruhkontakte der Auslöser ist der Erregerstrom für das Zusatzschütz geführt. Bei Überlastung der Fahrmotoren wird durch die Auslöser das Zusatzschütz abgeschaltet, wodurch die Trennschütze und damit auch die Motoren abgeschaltet werden. Da die Auslöser nur die Erregerspule des Zusatzschützes abzuschalten brauchen, werden die Auslöserkontakte geschont. Zum Wiedereinschalten der Motoren ist das Handrad in die Nullstellung zurückzudrehen. Das gleiche gilt, wenn infolge Ausbleibens der Fahrdrachtspannung sämtliche Schütze abgefallen sind.

Um das Anfahren bei angezogener Druckluftbremse zu verhindern, ist in jedem Führerstand eine Anfahrsperrung (Bild 19) eingebaut<sup>12)</sup>. Diese besteht aus einem kleinen Druckluftzylinder, der an die Bremszylinder angeschlossen ist und mit einem Ruhkontakt für den Steuerstrom versehen ist. Wenn der Druck im Bremszylinder etwa 1 atü übersteigt, wird der Steuerstrom unterbrochen. Bei besonders schwierigen Anfahren in Steigungen kann die Bremssperre durch einen plombierten Schalter kurzgeschlossen werden.

Die Fahrmotoren können durch Unterbrechung der Erregung des zugehörigen Trennschützes mittels Handschalter leicht abgeschaltet werden.

Entsprechend der Vorschrift der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ist die Lokomotive mit einer Sicherheitsfahrerschaltung versehen. Diese wirkt abhängig vom Laufweg der Lokomotive. Die zugehörigen Apparate und die Wirkungsweise sind bereits im Ergänzungsheft dieser Zeitschrift, Jahrgang 1929: „50 Jahre elektrische Lokomotive“ auf den Seiten 64—66 beschrieben worden. Es ist noch hinzuzufügen, daß der Auslöseweg auf 150 m eingestellt ist.

#### Hilfseinrichtungen.

##### a) Meßeinrichtungen.

Die Meßeinstrumente für Strom, Spannung, Luftdruck und Geschwindigkeit besitzen die bekannte von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft allgemein vorgeschriebene Ausführung.

##### b) Lüfter.

Die Kühlluft für den Transformator und für die Fahrmotoren 3 und 4 wird durch einen Lüftersatz (Bild 7) zugeführt, der aus einem Wechselstrom-Reihenschluß-Motor von 30 kW bei 200 V und 1700 U/min und zwei Schleuderradlüftern besteht. Die Lüfterräder sind auf dem Wellenstumpf des Motors aufgekeilt, die Gehäuse sind mit den Lagerschilden des Motors verschraubt. Die Kühlluft für das andere Motorpaar fördert ein Lüfter, der von einem Reihenschlußmotor von 12,5 kW bei 200 V und 1700 U/min angetrieben wird.

Jeder Lüftermotor ist durch eine Sicherung der Einheitsausführung gesichert, die mit Steuerstromkontakten in der Einschaltstellung der Sicherung versehen ist. Hierüber ist die Einschaltleitung für das Zusatzschütz geführt, so daß die Trennschütze und damit die Fahrmotoren nur eingeschaltet werden können, wenn beide Klappsicherungen geschlossen sind.

Das betriebsmäßige Anlassen der Lüftermotoren erfolgt feinstufig und ferngesteuert durch die Stufenschütze und Nockenschalter mittels der Nocken- und Meisterwalze des

schalten. Zur Schaltstufe gehören vier aufeinander folgende Schütze, z. B. 7—10 oder 12—15. Dabei schließt jedes Schütz mit seinen Arbeitsverriegelungskontakten den Steuerstromkreis seiner beiden benachbarten Schütze (z. B. 7 schließt 6 und 8) und öffnet den Steuerstromkreis jedesvierten vorausgehenden oder folgenden Schützes (z. B. 7 öffnet 3 und 11). Durch diese Verriegelung werden Zugsteuerleitungen gespart. Für 22 Stufenschütze sind nur fünf Zugsteuerleitungen erforderlich<sup>11)</sup>.

Als Höchststromschutz ist für jede Motorgruppe ein Niederspannungs-Höchststromschutz vorgesehen.

Führerschalters. Während des Anlassens sind beide Lüftermotoren durch das Lüfteranlaßschütz über den doppelpoligen Prüfumshalter am Mittelpunkt des Spannungsteilers 60 angeschlossen, an welchem auch die Fahrmotoren liegen. Beim Rangieren laufen die Lüfter daher nur mit geringer Drehzahl, so daß ihr Geräusch nicht stören kann.

In der Winterstellung des Sommer-Winter-Schalters werden die Lüftermotoren auf Fahrstufe 5 durch Verriegelungskontakte an den Stufenschützen 4 und 8 und durch das Lüfterschütz an die Anzapfung 152 V des Transformators umgeschaltet, worauf sich dann das Lüfterschütz mit seinen Selbsthalte-Verriegelungskontakten an der Zugsteuerleitung festhält. Nach Ausschalten des Fahrhalters bleiben die Lüftermotoren eingeschaltet und sind nur durch die auf dem Fahrshalter angebrachten Druckknöpfe abschaltbar. Hierdurch wird erreicht, daß die Lüfter bei abgeschalteten Fahrmotoren diese weiter belüften. Auch bei kurzen Aufenthalten im Bahnhof bleibt die Lüftung eingeschaltet. In der Sommerstellung des Sommer-Winter-Schalters erfolgt das Umschalten der Lüftermotoren erst auf Stufe 7 durch die Stufenschütze 6 und 10, und zwar an die Anzapfung 208 V des Transformators.

Sollen die Lüfter allein laufen (ohne Fahrmotoren), so ist die Meisterwalze des Fahrhalters in die Nullstellung zu drehen und die Lüfterwalze einzuschalten. Die Lüftermotoren werden dann ebenfalls mit den Stufenschützen 1—10 in Sommerstellung und mit den Stufenschützen 1—8 in Winterstellung des Sommer-Winterschalters angelassen und nachher an die konstante Spannung 208 V bzw. 152 V selbsttätig umgeschaltet.

Die Lüfter können auch mit Schuppenspannung durchgeschaltet werden. Dazu ist der Prüfumshalter auf Stellung „Schuppen“ zu legen. Beim Einschalten der Meister- oder Lüfterwalze werden dann bis auf Stufe 6 die Lüftermotoren über einen Vorschaltwiderstand an die Schuppenspannung gelegt<sup>13)</sup>.

##### c) Motorluftpumpe.

Die SSW stehen auf dem Standpunkt, daß für elektrische Lokomotiven die umlaufende Luftpumpe am besten geeignet ist. Daher ist in den Vorbau der Lokomotive eine solche eingebaut. Die für die Druckluftbremse und für Nebenzwecke erforderliche Druckluft wird durch eine zweistufige Rotationsluftpumpe geliefert, die durch einen Wechselstrom-Reihenschluß-Motor von 13,5 kW bei 200 Volt und 1800 U/min angetrieben wird (Bild 20). Von dem Motor wird auf jeder Seite ein zylindrischer Rotor angetrieben, der exzentrisch in einem genau gleich langen ebenfalls zylindrischen, jedoch im Durchmesser größeren Gehäuse drehbar gelagert ist. In dem Rotor sind radiale Schlitze vorgesehen, in denen dünne Stahlschieber gleiten können. Bei Drehung des Rotors werden die Schieber durch die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert und gleiten auf der Gehäusewand. Der sichelförmige Arbeitsraum wird dadurch in einzelne Zellen unterteilt, die sich im Laufe einer halben Umdrehung zunächst bei Vergrößerung des Rauminhaltes mit atmosphärischer Luft durch den Saugstutzen füllen. Während der zweiten Hälfte der Umdrehung wird der Rauminhalt der Zelle wieder verkleinert und die komprimierte Luft wird schließlich durch den Druckstutzen ausgestoßen. Die Luftpumpe hat eine Ansaugleistung von 140 m<sup>3</sup>/h bei Pressung auf 7 atü. Bemerkenswert ist das geringe Gewicht der Luftpumpe mit Motor von nur 750 kg und der ruhige Lauf.

Das Einschalten der Luftpumpen zweier gekuppelter Lokomotiven mittels des Handschalters „alle Pumpen“ ist nur dem Führer im eigenen Führerstand möglich, nachdem die Umschaltwalze des Fahrhalters auf „Vorwärts“ oder „Rückwärts“ gestellt ist. Die Regelung des Luftdruckes erfolgt durch einen Druckregler (Bauart MSW) in den Grenzen von 6,5—8 atü. Um den Luftpumpenmotor beim Füllen der Leitungen und Bremsapparate langer Güterzüge bereits wieder einschalten zu können, ehe der Druck auf 6,5 atü gesunken ist, kann der Druckregler durch einen zweiten Handschalter („Ohne Druckregler“) kurzgeschlossen werden.

<sup>11)</sup> D. R. P. a.

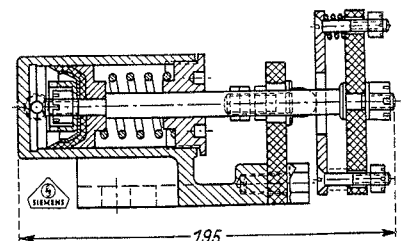


Bild 19. Anfahrsperrung.

<sup>12)</sup> D. R. P. 331 893 SSW, D. R. P. 375 531 SSW.

<sup>13)</sup> Vergl. Fritz Rampacher und Peter Weber: „Anfahrsperrungen gegen feste Bremsen“, Elektrische Bahnen 1929, Heft 2.



Zur Milderung des Stromstoßes beim Einschalten des Luftpumpenmotors ist ein Anlaßwiderstand vorgesehen, der nach Erreichen einer bestimmten Ankerdrehzahl durch das Pumpenanlaßschütz kurzgeschlossen wird. Die Magnetspule des Anlaßschützes ist zu diesem Zweck dem Anker nebst Kompensationswicklung parallel geschaltet.

#### d) Beleuchtung und Heizung.

Die Beleuchtung der Lokomotive erfolgt mit Gleichstrom von 24 V. Dieser wird durch einen Kupferoxydul-Trockengleichrichter geliefert, der von einem Hilfstransformator gespeist wird. Als Reserve ist eine Sammlerbatterie von 60 Ah Kapazität bei fünfständiger Entladung vorgesehen.

Die Beleuchtungseinrichtung selbst und die Heizeinrichtung für die Führerstände sind in der von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft vorgeschriebenen Einheitsausführung vorgesehen.

Der Strom für die Heizung der Wagen kann wahlweise der 1000 V- oder 800 V-Klemme des Transformators oder der auch für die Fahrmotoren dienenden 640 V Klemme entnommen werden. Die Verbindung mit der Heizleitung wird durch elektromagnetische Schütze ELS 12 hergestellt, die elektrisch gegeneinander so verriegelt sind, daß jeweils nur ein einziges Schütz eingeschaltet werden kann. Von den Schützen fließt der Heizstrom über einen Stromwandler zu den an den Stirnwänden der Lokomotive angebrachten Heizkupplungen. Die Heizschütze werden durch die in den Führerständen neben dem Fahrshalter angeordneten Zugheizschalter eingeschaltet. Bei Überlastung wird durch den Heizstromauslöser, dessen Spule an die Sekundärwicklung des Heizstromwandlers angeschlossen ist, der Hauptschalter ausgeschaltet. Bei gekuppelten Lokomotiven muß der Strom für die Zugheizung dem Transformator der zweiten Lokomotive entnommen werden.

#### Betriebsergebnisse.

Die Lokomotive ist am 26. August 1930 auf der Strecke Magdeburg—Leipzig in Betrieb gesetzt worden und hat die fahrplanmäßige Beförderung von Personen- und Güterzügen auf dieser Strecke und später seit dem 16. März 1931 auf den bayrischen Strecken ausgeführt. Die Betriebsergebnisse sind gut. Auch beim Befördern von Schnellzügen ist der Lauf bei der Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h ruhig, ebenso ist der Lauf in Krümmungen gut. Das Anfahren erfolgt sanft und stoßfrei. Die Bauform und die Betriebsfähigkeit der Lokomotive gab der Deutschen Reichsbahn Veranlassung, für die Neubeschaffung von Fahrzeugen für die Strecke Augsburg—Stuttgart diese Type in 20 Stück den SSW zu bestellen.

Der Motorantrieb der Stromabnehmer hat sich gut bewährt. Mit Rücksicht auf die Übereinstimmung mit den übrigen Lokomotiven sind jedoch auf Wunsch der Reichsbahn im

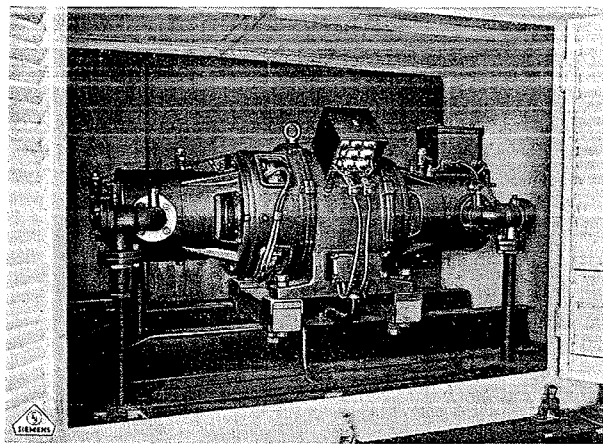


Bild 20. Motorluftpumpe.

April 1932 die Stromabnehmer mit Motorantrieb gegen Einheitsstromabnehmer mit Druckluftantrieb ausgetauscht worden.

Die großen Zahnräder zeigten bei der Untersuchung ein sehr gutes Aussehen. Bei einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit trat jedoch infolge Resonanz mit den Schienenstößen und der Federung der Zahnräder ein störendes Geräusch auf. Die gefederten Zahnkränze sind deshalb durch fest aufgezoogene Zahnkränze mit Schrägverzahnung ersetzt worden. Die Zahnräder laufen nunmehr bei allen Geschwindigkeiten ruhig und gleichmäßig. Es ist hiermit noch der Vorteil einer wesentlichen Verminderung der Beschaffungskosten verknüpft. Bei den für die Strecke Augsburg—Stuttgart den SSW bestellten 20 Lokomotiven Bo—Bo sind deshalb ebenfalls ungefederte große Zahnräder mit Schrägverzahnung vorgesehen.

Die Steuerung hat sich ebenfalls gut bewährt und zeichnet sich durch leichte Handhabung aus. Wie bereits angegeben, bietet sie den Vorteil, daß außer den 19 Grobstufen eine große Anzahl von Feinstufen vorhanden ist, auf denen ebenfalls eine Zeitlang gefahren werden kann. Für die neu bestellten Lokomotiven Bo—Bo, bei denen auf die Zugsteuerung verzichtet worden ist, wird eine vereinheitlichte Steuerung mit Nockenschaltwerk und Feinregler für Handantrieb verwendet.

Die neuen Lokomotiven Bo—Bo, für welche die SSW die elektrischen Ausrüstungen liefern, erhalten einen Öltransformator mit getrennten Luftkühlern. Die Brückenträger und Drehgestellrahmen werden ebenfalls geschweißt. Eine eingehende Beschreibung der neuen Lokomotiven ist für einen späteren Aufsatz vorgesehen.

## Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. eh. Walter Reichel

hat im Alter von 65 Jahren am 1. Oktober 1932 seine Tätigkeit als Mitglied des Vorstandes der Siemens-Schuckertwerke AG und Leiter ihres Dynamowerks aufgegeben, um in den wohlverdienten Ruhestand zu treten.

Geheimrat Reichel ist in allen Ländern als einer der rühmlichsten und erfolgreichsten Förderer des elektrischen Bahnwesens anerkannt. Aus seinem dreiunddreißigjährigen Wirken in diesem Fachgebiete seien besonders hervorgehoben die Konstruktion des Schleifbügels als Stromabnehmer für die erste elektrische Straßenbahn der Welt von Berlin nach Lichterfelde Ost, die Inbetriebnahme dieser Straßenbahn und weiterer Straßenbahnen in verschiedenen Großstädten des In- und Auslandes, die Konstruktion des Schnellbahnwagens und die Durchführung der berühmten Schnellbahnversuche auf der damaligen Königlichen Militärbahn Berlin—Zossen, bei denen zum ersten Male in der Welt, am 6. Oktober 1903, eine Fahrgeschwindigkeit von 200 km/h erreicht wurde. In der Folgezeit hatte Geheimrat Reichel großen Anteil an der Entwicklung des Einphasenwechselstromsystems bei den damaligen deutschen Länderbahnen und darauf bei der Deutschen

Reichsbahn wie auch bei den Österreichischen Bundesbahnen sowie den Schwedischen und den Norwegischen Staatsbahnen. Bis in die neueste Zeit hat er sich den Entwurf elektrischer Wechselstromlokomotiven mit größter Liebe zur Sache angelegen sein lassen. Wir freuen uns, daß wir aus seiner berufenen Feder die vorstehende Beschreibung seiner jüngsten Lokomotiven bringen können, welche besonders dadurch sehr beachtlich wurde, als bei ihr zum ersten Male ein geschweißter Lokomotivrahmen angewandt wurde. Der Rahmen wurde in seinem Dynamowerk hergestellt. Gleichzeitig mit dieser Neuerung hat Dr. Reichel auch die elektrische Arbeitsübertragung beim in letzter Zeit viel bewunderten Diesel-Schnelltriebwagen der Reichsbahn durchgebildet.

In den letzten Jahren beschäftigte sich Geheimrat Reichel auch mit der konstruktiven Durchbildung der Stromrichter. Recht erfreulich ist, daß er auf diesem Sondergebiet weiter für die Firma arbeiten wird. Wir wünschen ihm auch hierzu viele Jahre erfolgreichen Schaffens.

Die Schriftleitung

Dr. Wechmann Michel

Dem Generaldirektor der Österreichischen Bundesbahnen

## Herrn Baurat Ing. Dr. Egon Seefehlner

hat der Bundespräsident der Republik Österreich das Große Ehrenzeichen mit dem Stern für Verdienste um die Republik Österreich verliehen.