

# 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'Electricification  
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

H. W. Schuler, Zürich

Beratender Ingenieur

F. H. Shepard, New York

Director of Heavy Traction, Westinghouse Electric & Manufacturing Company

VI. JAHRGANG

M AI 1930

HEFT 5

INHALT: Reichsbahn-Schnellzuglokomotive mit Einzelachsantrieb der Bauart Westinghouse = AEG. Von W. Kleinow, Hennigsdorf. S. 129. — Sicherheitsvorrichtung für elektrische Triebfahrzeuge nach System Brown Boveri. Von J. Baier und E. Muhrer, Mannheim. S. 137. — Prüfeinrichtung zur Ermittlung von Isolationsfehlern zu Bahnleitungen. Von Oberingenieur W. Gaarz, Berlin-Siemensstadt. S. 143. — Reichsbahn-Wechselstrom-Triebwagen für Nachbarorts- und Fernverkehr. Von Reichsbahnoberrat Dipl.-Ing. Tetzlaff, Berlin (Schluß). S. 146. — Unterrichtswagen im Dienst der Elektrotechnik. Von Reichsbahnrat Bernhard Boehm, Muldenstein. S. 155. — Patentschau.

## Reichsbahn-Schnellzuglokomotive mit Einzelachsantrieb der Bauart Westinghouse = AEG.

Von W. Kleinow, Hennigsdorf bei Berlin.

Im Februarheft des Jahres 1927 habe ich in der Zeitschrift „Elektrische Bahnen“ eine von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft erbaute neuartige elektrische Schnellzuglokomotive der Bauart 2 Do 1 beschrieben, welche die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft als Versuchslokomotive bestellt hatte. Die Lokomotive weist günstige Betriebsergebnisse auf, worüber ich im Januar- und Februarheft 1928 der gleichen Zeitschrift eingehend berichtet habe. Diese günstigen Betriebsergebnisse veranlaßten die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, im Sommer des Jahres 1927, 33 neue elektrische Schnellzuglokomotiven der Bauart 1 Do 1 zu bestellen, welche aus der Versuchslokomotive entwickelt wurde. Der Auftrag wurde später auf 38 Lokomotiven erweitert. Die elektrischen Ausrüstungen wurden je zur Hälfte von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und den Siemens-Schuckertwerken, die Wagenteile von der Lokomotivfabrik der AEG unter Lieferungsbeteiligung von *Borsig* hergestellt.

Die neue Lokomotive, Bild 1, besitzt im Gegensatz zur Versuchslokomotive die symmetrische Achsanordnung 1 Do 1. Es ist also eine Laufachse weggefallen. Vorbedingung für die Bauart war eine Gewichtsverminderung von mindestens 10 t, die durch verschiedene Abweichungen von der Versuchslokomotive erreicht wurde. So war es nach den ausgezeichneten Betriebsergebnissen des Westinghouse/AEG-Antriebes unbedenklich, bei gleicher Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h den Treibraddurchmesser von 1750 auf 1600 mm herabzudrücken. Die Fahrmotoren sind in ihren Abmessungen kleiner, ihre Drehzahl ist höher gehalten. Die Ausführung der erforderlichen hohen

Übersetzung von 5,11:1 bereitete keine Schwierigkeiten. Die mittleren Treibachsen wurden etwas auseinandergerückt und der Transformator in der Mitte der Lokomotive untergebracht. Die äußeren Treibachsen sind mit den benachbarten Laufachsen zu Lenkgestellen verbunden. Die Reichsbahndirektion München hatte bereits Schnellzuglokomotiven gleicher Achsanordnung in Betrieb<sup>1)</sup>, welche ausgezeichnete Laufeigenschaften sowohl in der Geraden wie in Krümmungen aufweisen, so daß die Führung durch Lenkgestelle trotz der Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h unbedenklich angewendet werden konnte. Durch alle diese Maßnahmen war es möglich, das Konstruktionsgewicht der neuen Lokomotive auf 109 t herabzudrücken und es zu je 20 t auf die Treibachsen und zu je 14,5 t auf die Laufachsen zu verteilen.

Die Gesamtanordnung und die Hauptabmessungen der Lokomotive sind aus der Bildbeilage 2 und aus folgender Tabelle zu ersehen:

Treibraddurchmesser . . . . .	1600 mm
Laufdraddurchmesser . . . . .	1000 mm
Länge über Puffer . . . . .	15 950 mm
Gesamtradstand . . . . .	12 300 mm
Treibachsdruck . . . . .	20 t
Reibungsgewicht . . . . .	80 t
Konstruktionsgewicht . . . . .	109 t
Dienstgewicht mit Vorräten . . . . .	109,8 t
Höchstgeschwindigkeit . . . . .	110 km/h
Zahnradübersetzung . . . . .	5,11 : 1
Dauerleistung an den Motorwellen . . . . .	2300 kW (3130 PS)
bei einer Fahrgeschwindigkeit von . . . . .	96,5 km/h
Stundenleistung an den Motorwellen . . . . .	2 800 kW (3800 PS)
bei einer Fahrgeschwindigkeit von . . . . .	89 km/h
Größte Anfahrzugkraft . . . . .	24 000 kg

<sup>1)</sup> Siehe Elektrische Bahnen 1927, S. 71.

### Rahmen.

Der Rahmen, Bild 3, ist als Außenrahmen ausgebildet. Die Längsrahmen sind, wie bei der Versuchslokomotive, aus 50 mm starken Blechen hergestellt, die so ausgeschnitten sind, daß ein regelrechter Fachwerkträger<sup>2)</sup> übriggeblieben ist. Alles für die Tragfähigkeit und zur Aufnahme der Stoßkräfte an den Puffern nicht benötigte Material ist entfernt. Diese Bauart ermöglicht bei größter Festigkeit nicht nur geringes Gewicht, sondern gewährt auch ungehindert Einblick in die zwischen den Rahmen befindlichen Treibräder, Antriebsteile, Motoren, Bremsgehänge und Bremsklötze. Die Treibachslager nebst Federn und Federausgleich liegen außerhalb der Rahmen, so daß damit alle wichtigen Bauteile leicht zugänglich und übersichtlich angeordnet sind. Der Rahmen besitzt an den Vertikalen kräftige Querversteifungen zur Aufnahme der Motoren und Bremsgehängeträger. In der Mitte des Rahmens ist eine besonders starke, kastenförmige Versteifung vorgesehen, die sich aufwärts in den Maschinenraum erstreckt und den Transformator trägt. Zur Vermeidung gegenseitiger Verschiebung der beiden Längsrahmen sind zwischen den äußeren Vertikalversteifungen und den Pufferbohlen sehr kräftige Horizontalversteifungen angebracht, die auch die Führungszapfen für die Deichseln der Lenkgestelle aufnehmen. An den Enden sind die Rahmen durch die üblichen Pufferbohlen aus 20 mm starkem Preßblech miteinander verbunden.

Der Rahmen ragt auf die Länge des Maschinenraumes um 250 mm in diesen hinein und ist oben durch ein 5 mm starkes, durchgehendes Blech abgedeckt. Die Fußböden der beiden Seitengänge und der Führerräume nebst Vorbauten liegen in einer Höhe, wodurch Stufen vermieden werden.

<sup>2)</sup> D.R.P. 425 118 AEG-Kleinow.

Die ganze betriebsfertige Lokomotive kann mittels eines Krans an zwei Stellen gehoben werden, und zwar an den Rahmenansätzen außerhalb der Treibräder, an denen die Bremswellenlager befestigt sind. Soll die Lokomotive nach Entfernung der Achsgabelstege von den Achsen gehoben werden, wobei also die Radsätze auf dem Gleis stehen bleiben, so muß sie an den Vertikalen zwischen der ersten und zweiten und zwischen der dritten und vierten Treibachse angefaßt werden. Die sehr große Festigkeit der ganzen Konstruktion hat sich übrigens an der ersten Versuchslokomotive bei einem Zusammenstoß mit einer Dampflokomotive gezeigt, wobei die Dampflokomotive schwer beschädigt wurde, während die elektrische Lokomotive nach dem Richten einiger Bleche am Zusammenstoßende wieder in Betrieb gesetzt werden konnte. Die genaue Lage der Achsbuchführungen war durch den Zusammenstoß nicht beeinträchtigt worden.

### Triebwerk.

Die Treibachsen sind aus Bild 4 zu ersehen. Die Kernwelle ist von einer Hohlwelle mit Spiel umgeben. Die Hohlwelle ist mit zwei Gleitlagern im Motorgehäuse gelagert. Sie trägt an beiden Enden einen Flansch für die Aufnahme der Antriebsselemente, an einem Ende überdies das starr aufgepreßte große Zahnrad. In dieses kämmen die Ritzel der beiden Zwillingsmotoren. Die Zähne sind gerade und parallel zur Achse und haben eine Breite von 130 mm. Sie sind gehärtet und geschliffen. Ihre größte Umlaufgeschwindigkeit beträgt 21,6 m/s. Die Räder laufen in sorgfältig gedichteten Zahnradschutzkästen aus Leichtmetall im Ölbad und schmieren sich selbst. Besondere Schmierpumpen sind also nicht vorhanden.

Die Treibräder besitzen 6 kräftige Speichen, zwischen welche die Antriebsteile mit ihren Federtöpfen<sup>3)</sup> hin-

<sup>3)</sup> D.R.P. Nr. 474 669, AEG-Kleinow.

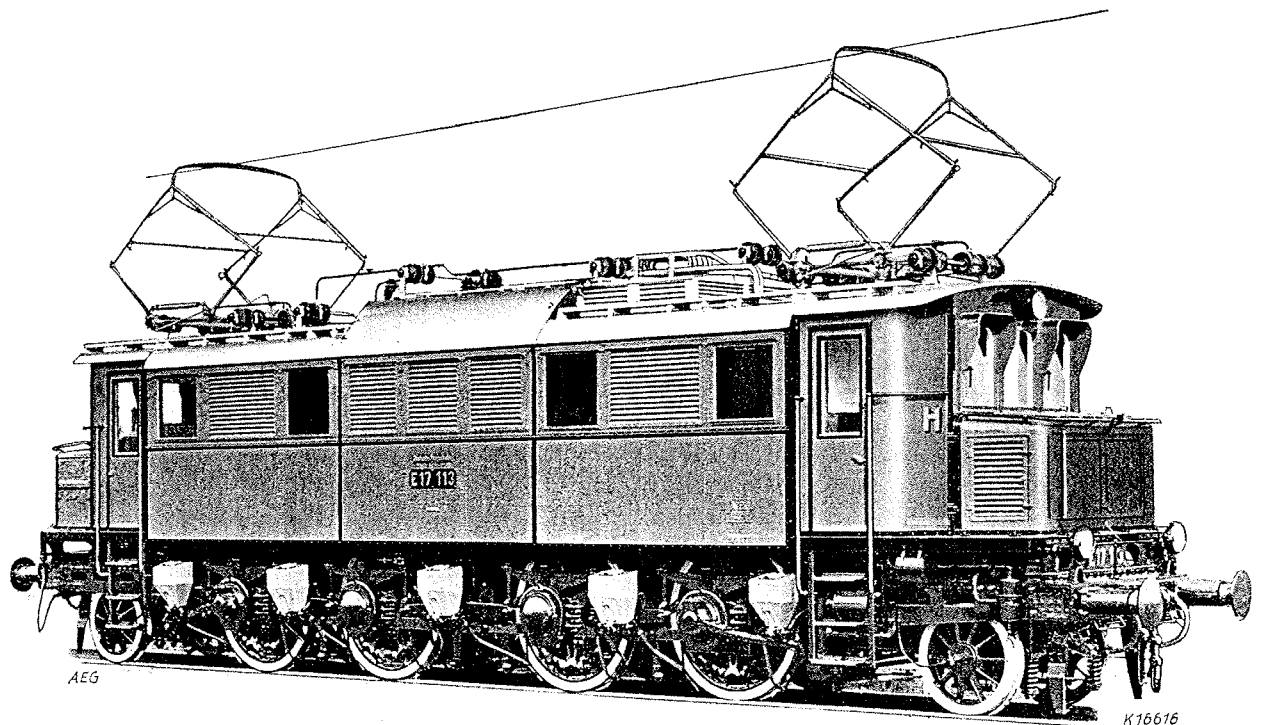


Bild 7. Reichsbahn-Schnellzuglokomotive mit Westinghouse-AEG-Antrieb.

durchgreifen (Bild 5). Die Antriebsteile sind gegenüber der Versuchslokomotive nur in den Abmessungen entsprechend dem kleineren Treibraddurchmesser etwas geändert. Sie bestehen aus einem zweiteiligen Gehäuse, in welches 2 gehärtete Ringe fest eingebettet sind. In diesen Ringen gleiten zwei ebenfalls gehärtete Federtöpfe, zwischen denen die Antriebsfedern sich befinden. Die Federn drücken die Federtöpfe auseinander, soweit sie nicht durch Bunde an der Weiterbewegung gehindert werden. Die Töpfe finden ihr Widerlager an gehärteten, an den Radspeichen angebrachten, auswechselbaren Druckplatten. Dieser einfache, äußerst robuste Antrieb hat sich ausgezeichnet bewährt. Die 1 Do 1-Lokomotiven haben bis Ende Februar 1930 zusammen rund 2 000 000 Lokkm zurückgelegt, die beiden Versuchslokomotiven 2 Do 1 außerdem etwa 550 000 Lokkm. Dabei ist noch nicht eine einzige Antriebsfeder gebrochen oder matt geworden. Ebenso wenig brauchten Gleitringe, Federtöpfe oder Gleitteller des Verschleißes wegen bisher ausgetauscht zu werden.

Die meisten Radsätze besitzen Gleitlager mit Schmierung der Bauart *Isothermos*, die übrigen mit Schmierung der Bauart *Holtorp*. Bei ersteren erfolgt die Schmierung durch eine am Achsschenkel befestigte Ölschleuder, welche das Öl teils über ihre Flächen unmittelbar, teils über die Wände des Achslagergehäuses von oben der Lagerschale zuführt. Die *Holtorp*-Schmierung verwendet einen Rollenapparat, der unter dem Achsschenkel angebracht ist, und dessen Rollen das Öl von unten dem Achsschenkel zuführen. Beide Bauarten besitzen ein nach außen vollkommen geschlossenes Gehäuse und eine sorgfältige Abdichtung zwischen der Achswelle und dem Achslagergehäuse. Beide haben sich sehr gut bewährt. Trotz der bereits großen Laufleistungen ist noch nicht ein einziger Warmläufer vorgekommen, obgleich eine Wartung und Nachölung erst nach 50 000 km Laufleistung vorgenommen wird.

Die Treibachs-Tragfedern stehen auf den Achslagern. Ihre Enden sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden, so daß die gefederte Last gleichmäßig auf alle 4 Treibachsen verteilt wird. Die Lokomotive ist in 4 Punkten gestützt. Es wird daher die Größe der auf die Treibachsen entfallenden Last durch die Einstellung

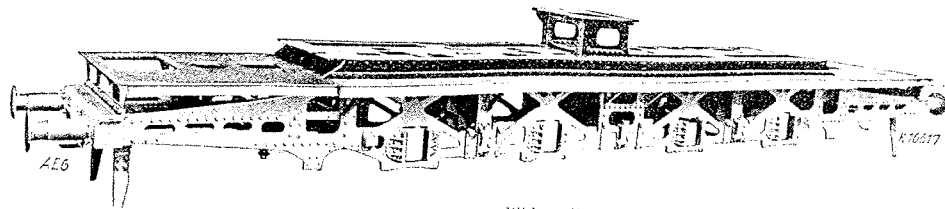


Bild 3. Rahmen.

der Federn an den Laufachsen beeinflusst. Die Laufachsfederung ist aber so weich, daß geringe Fehler in der Einstellung der Federn ohne merkbaren Einfluß auf die Lastverteilung bleiben. Die Anordnung gibt die geringste Entlastung der führenden Treibachse bei Ausübung großer Zugkräfte am Zughaken.

#### Einstellung in Krümmungen.

Die beiden mittleren Treibachsen haben um 15 mm geschwächte Spurkränze und  $2 \times 10$  mm Seitenspiel in den Achslagern. Die äußeren Treibachsen besitzen  $2 \times 10$  mm Seitenspiel in den Achslagern und werden von den Laufachsen gesteuert. Die übliche Konstruktion des Lenkgestelles Bauart Krauss-Helmholtz war aber hierbei nicht anwendbar, da die Achswellen von Hohlwellen umgeben und daher zwischen den Lagern nicht angreifbar sind. Die Aufgabe ist durch die Bauart nach den Bildern 6 und 7<sup>1)</sup> gelöst. Die Laufachse besitzt die übliche Deichsel. Das freie Ende der Deichsel faßt mit Hilfe eines Kugelgelenkes einen zangenförmigen Bügel, der die Treibräder umgreift und dessen Enden mit Hilfe von kugelig einstellbaren Gleitlagern Zapfen umfassen, die in Verlängerung der Tragzapfen an den Enden der Treibachse angebracht sind (Bild 4). Die Deichsel besitzt Rückstellfedern am Schwingzapfen, außerdem Rückstellfedern an der Laufachse. Die Laufachsen können um 90 mm, die Deichselmitten um 51 mm nach jeder Seite ausschlagen. Die Laufachse wird in der Mitte über einen Gleitstein durch einen halbkugelförmigen Zapfen belastet, der fest im Lokomotivrahmen sitzt und in seiner

<sup>1)</sup> D.R.P. Nr. 479203 AEG-Kleinow Zusatzpatent Nr. 480039 AEG-Kleinow

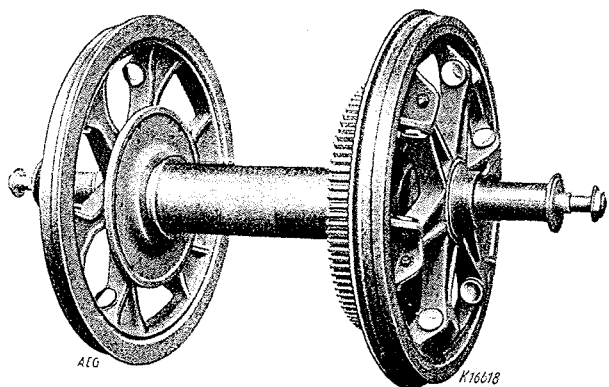


Bild 4. Endtreibachse.

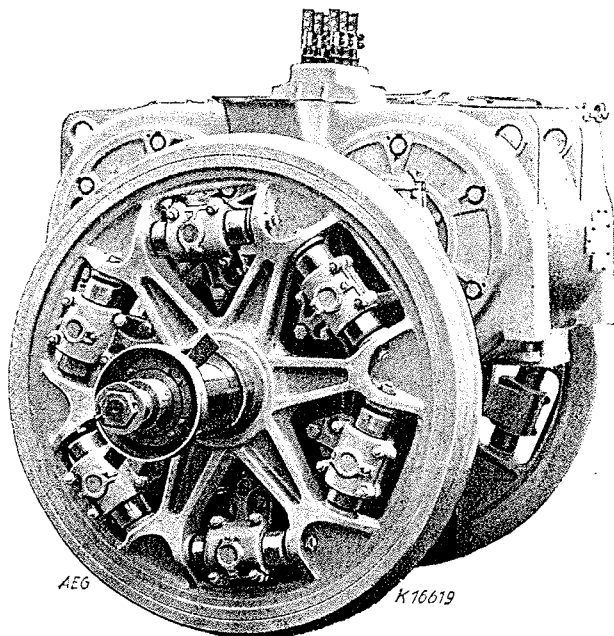


Bild 5. Endtreibachse mit Doppelmotor, einbaufertig.

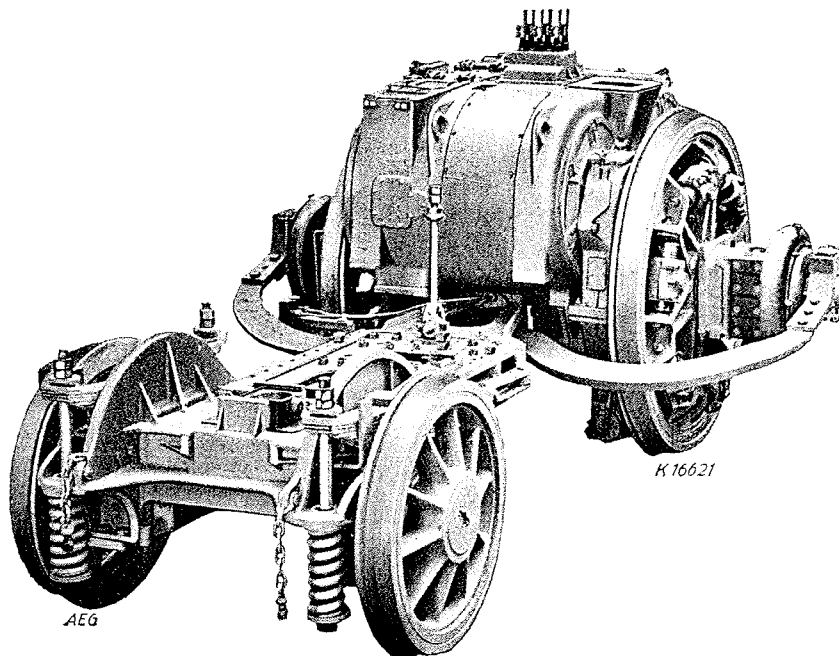


Bild 6. Lenkgestell Bauart AEG mit Motor

Höhenlage einstellbar ist. Das freie Ende der Deichsel wird durch einen Pendel am Rahmen getragen. Das gesamte Lenkgestell ist somit gefedert und ändert seine Lage zum Lokomotivrahmen nur in einer waagerechten Ebene, dagegen nicht in senkrechter Richtung.

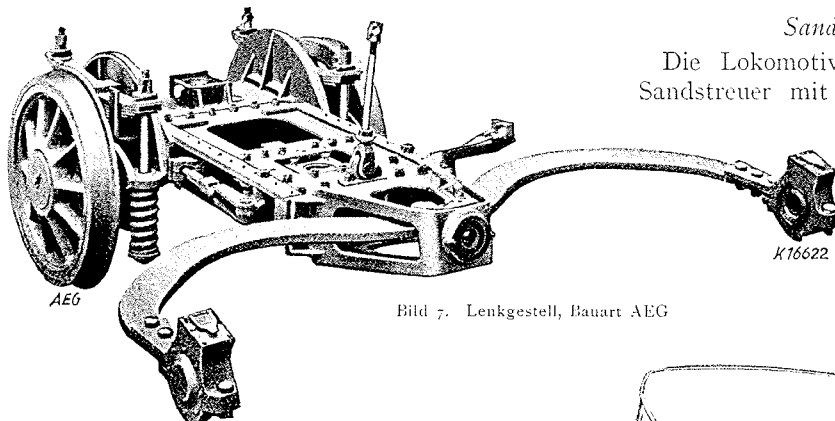


Bild 7. Lenkgestell, Bauart AEG

#### Führerraum- und Maschinenraum-Aufbau.

Der Raum über den Treibachsen ist der Maschinenraum. Er ist möglichst breit ausgeführt und oben durch ein gewölbtes Dach abgeschlossen, das in drei Schüssen abnehmbar eingerichtet ist. Unter dem mittleren, erhöht gebauten Dachteil steht der Transformator. An den Maschinenraum schließen sich zu beiden Seiten die sehr großen Führerräume und an diese wiederum niedrige Hauben an, unter denen die Motorluftpumpe, die Hauptluftbehälter, die Beleuchtungsbatterie und ein Werkzeugkasten untergebracht sind. Die Vorbauten sind so niedrig, daß sie die Aussicht des Führers auf die Strecke nicht im geringsten behindern. Sie geben ihm aber bei hoher Fahrgeschwindigkeit das Gefühl erhöhter Sicherheit.

Auf jeder Längsseite des Maschinenraumes sind 4 Fenster angeordnet, von denen die beiden äußeren herablaßbar sind. Zwischen den Fenstern sind 5 Lüftungsgitter angeordnet, die nach Bedarf durch Gazerahmen mit Filtertuch gegen das Eindringen von Schnee und Schlagregen geschlossen werden können.

#### Bremse.

Die Lokomotive ist mit einer Einkammer-Druckluftbremse und mit Zusatzbremse der Bauart Kunze-

Knorr nach den Grundsätzen der Deutschen Reichsbahn für die Ausrüstung neuer elektrischer Lokomotiven ausgerüstet. Die Bremsklötze wirken nur einseitig auf jedes Treibrad und liegen in Höhe der Achsmitteln. Jede Lokomotivhälfte besitzt eine in sich ausgeglichene, von der anderen mechanisch unabhängige Bremse mit besonderem Bremszylinder. Die beiden Systeme sind nur pneumatisch gekuppelt und arbeiten somit genau gleichmäßig. In der Betriebsbremsung mit 3,5 atü werden 70%, mit der Zusatzbremse bei 5 atü 100% des Reibungsgewichtes abgebremst.

Die Handbremse jedes Führerstandes wirkt jeweils nur auf das benachbarte Bremssystem.

Für die Aufbewahrung der Druckluft sind 3 Behälter mit zusammen 900 Liter Inhalt vorgesehen.

#### Sandstreuer.

Die Lokomotive besitzt Preßluft-Sandstreuer mit saugenden Düsen. Auf jeder Lokomotivseite sind 5 Sandkästen angeordnet, die aus Bild 1 deutlich zu erkennen sind

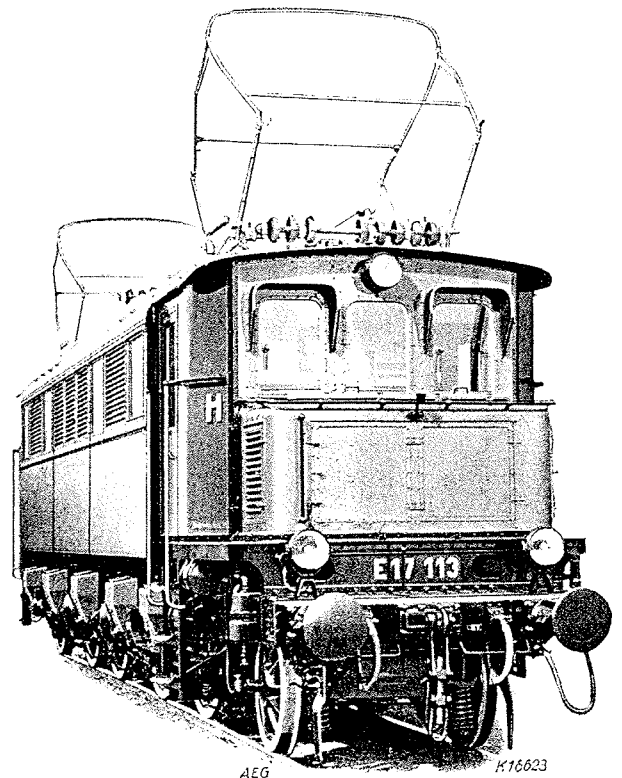


Bild 8. Ansicht der Lokomotive schräg von vorn.

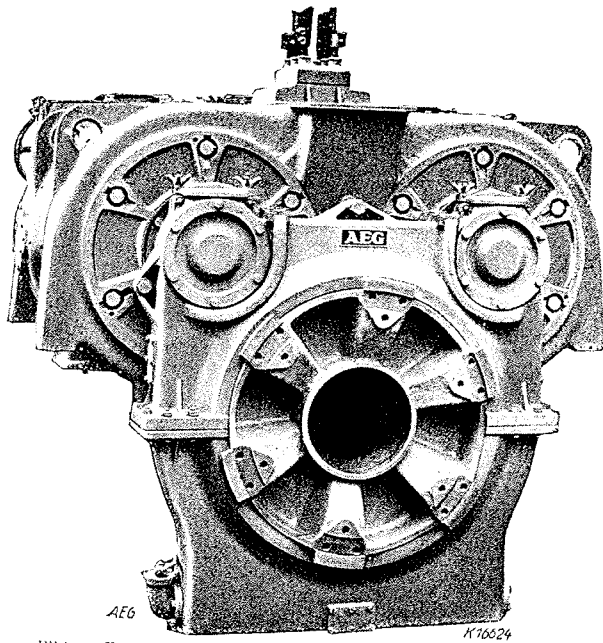


Bild 9. Doppelmotor mit Vorgelege und Zahnradschutzkasten.

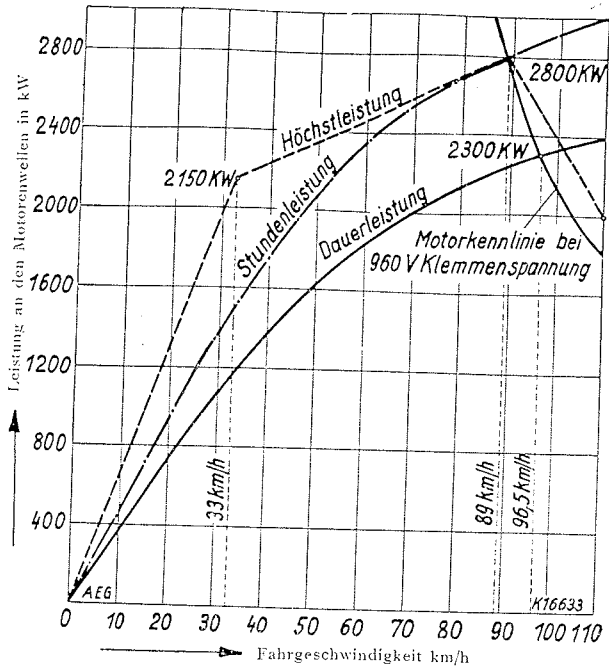


Bild 10. Leistungsschaubild nach IEC-Normen.

und auf kürzestem Wege den Sand vor die Treibräder bringen. Die Sandkästen können leicht gefüllt, bei feucht gewordenem Sand durch Klappen leicht entleert werden. Die Sanddüsen können in wenigen Sekunden ohne Abnahme von Rohrleitungen zur Säuberung herausgenommen werden. Die Sandstreuer können in 2 Stufen betätigt werden, wobei in Stufe 1 nur die vorderste Treibachse, in Stufe 2 alle 4 Treibachsen gesandet werden.

#### Fahrmotoren.

Jede Treibachse wird durch 2 in gemeinsamem Gehäuse zu einem Doppelmotor (Bild 9) vereinigte Motoren angetrieben. Diese beiden Motoren sind ständig in Reihe geschaltet und bilden eine Schalteinheit. Die 4 Doppelmotoren sind unter sich dauernd parallel geschaltet und können einzeln abgeschaltet werden. Die Motoren sind vollkommen geschlossen und durch besondere Gebläse gelüftet. In den beiden Lagerschilden laufen die Anker in Rollenlagern. Die Motoren unterscheiden sich von denen der Versuchslokomotive nur in den Abmessungen. Sie sind sechspolig gebaut. Bei

der Höchstdrehzahl von 1920 U/min betragen die Anker-Umfangsgeschwindigkeit 56 m/s und die Kommutator-Umfangsgeschwindigkeit 43 m/s. Die Anker sind glimmerisoliert und besitzen in Ober- und Unterlage der Wicklung unterteilte Stäbe.

Die Motoren sind im Rahmen auf Konsole gestellt, die an den Hauptquerversteifungen befestigt sind. Sie ragen nur mit den Kabelenden in den Maschinenraum hinein und befinden sich im übrigen unterhalb des Maschinenraumfußbodens. Über den Kommutatoren sind große Klappen im Fußboden angeordnet, durch welche die Bürsten bequem zugänglich gemacht sind.

Besondere Sorgfalt ist der Kühlung der Motoren gewidmet, indem der Kühlluft möglichst wenig Umlenkungen zugemutet wurden und sie möglichst dicht an die wärmsten Stellen herangeführt wurde. Je 2 Doppelmotoren werden durch einen Lüftersatz belüftet. Ein Motor treibt mit Hilfe von Stahlringkupplungen 2 Lüfter an, die unmittelbar über den Fahrmotoren stehen und abwärts in ihre Lüftungsöffnungen blasen. Jeder Doppelmotor erhält 140 m<sup>3</sup>/min Kühlluft, die gegen einen Druck von 110 mm WS eingblasen werden müssen.

#### Leistung der Lokomotive.

Die Leistung der Lokomotive, gemessen an den Motorwellen, ist in Bild 12 in Abhängigkeit von der Fahr-

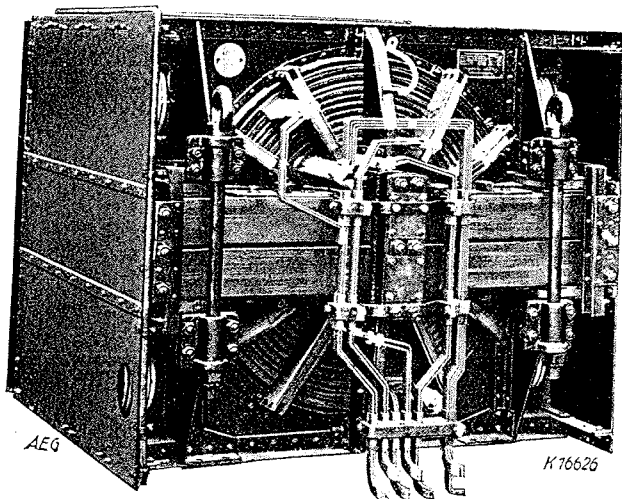


Bild 11. Transformator

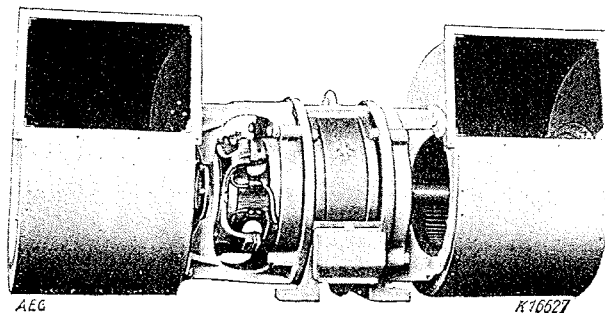


Bild 12. Lüftersatz für Transformator

geschwindigkeit aufgetragen. Die Leistung ist hierbei anders definiert als in früheren Veröffentlichungen, und zwar ist die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft neuerdings angenommene Bezeichnung der

Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC) gewählt. Die Spannung zur Ermittlung der Stunden- und Dauerleistung gelüfteter Einphasen-Wechselstrommotoren beträgt hiernach 90% der höchsten am Transformator abzuhemmenden Leerlaufspannung, wobei anzunehmen ist, daß an der Primärspule die Nennspannung der Fahrleitung (15 kV) herrscht. Die Erwärmungsgrenzen sind nach den Regeln der IEC festzusetzen, und zwar für die Wicklungen nach den für die Stundenleistung angegebenen Werten. Im übrigen entsprechen die zulässigen Temperaturen nach den Vorschriften der IEC denen in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Bahnmotoren und sonstigen Maschinen und Transformatoren auf Triebfahrzeugen (REB 1930)“ des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

In das Schaubild 10 sind eingetragen die Dauerleistung, die Stundenleistung und die höchstzulässige Leistung. Die am Transformator bei 15 kV Oberleitungs-spannung erzielbare höchste Spannung beträgt 1067 V an den Motorklemmen. Die bei 90% dieser Spannung = 960 V vorhandene Kennlinie ist im Schaubild rechts oben eingetragen. Sie schneidet die Dauerleistung bei 2300 kW (3130 PS) entsprechend 96,5 km/h und die Stundenleistung bei 2800 kW (3800 PS) entsprechend 89 km/h. Bei 15 kV Fahrleitungsspannung und 5% Spannungsabfall im Transformator beträgt die verfügbare Leistung der Lokomotive bei der Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h noch 2000 kW (2720 PS) auf der letzten Fahrstufe.

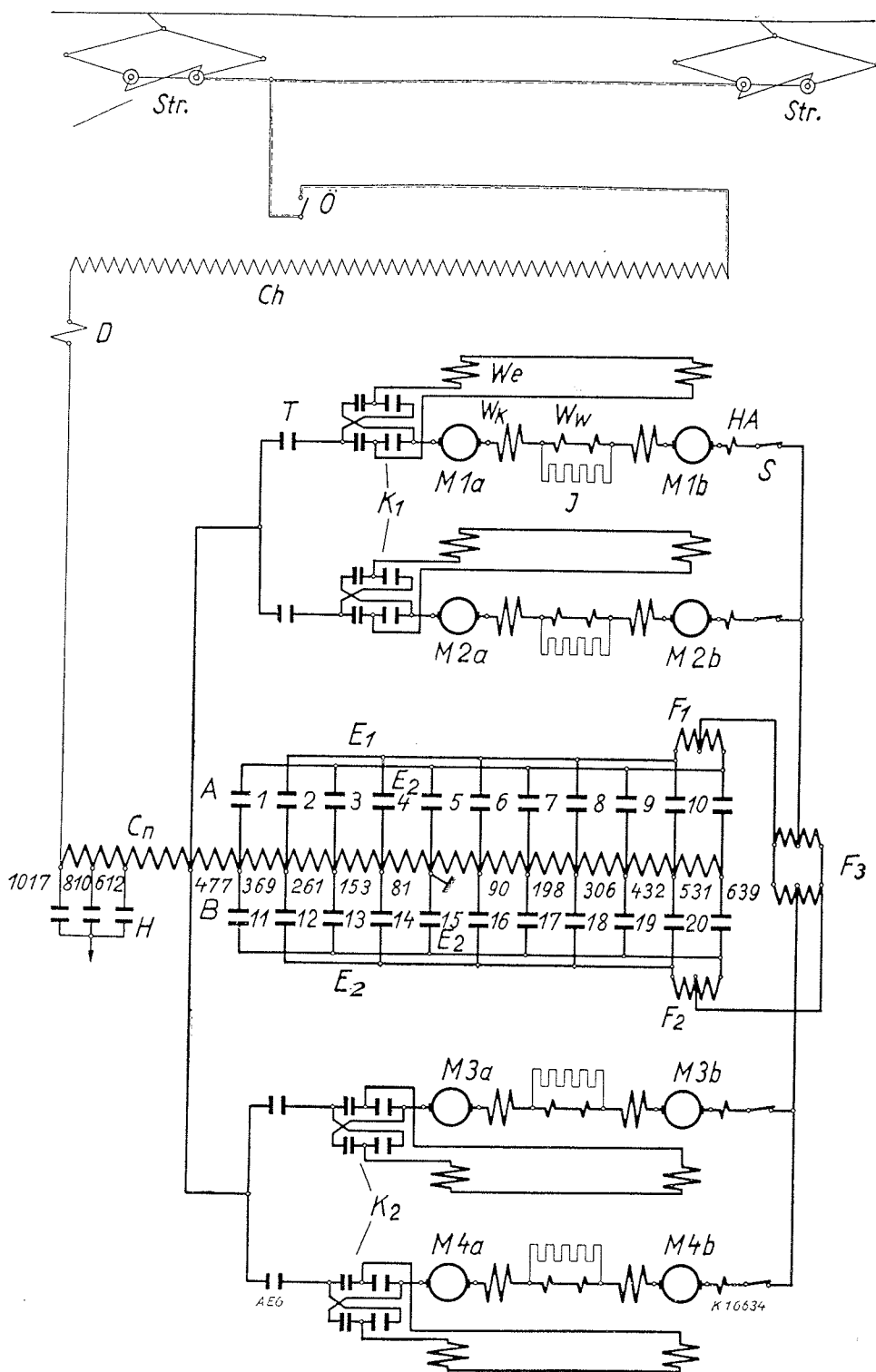


Bild 13. Schaltbild des Fahrmotoren-Stromkreises.

- |                                 |   |                                   |   |                                    |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| Str                             | Stromabnehmer   | S                                 | Handtrennschalter                       | } für jeden der<br>4 Doppelmotoren |
| O                               | Ölshalter   | HA                                | Stromwandler zum<br>Höchststromauslöser |                                    |
| Ch                              | Oberspannungswicklung                                     | T                                 | Trennschütze                            |                                    |
| Cn                              | Unterspannungswicklung                                    | K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub>   | Fahrtwender für je zwei Doppelmotoren   |                                    |
| D                               | Oberspannungsstromwandler<br>für Überspannungsstromzeiger | M <sub>1a</sub> , M <sub>1b</sub> | Doppelmotor I                           | } für jeden Einzel-<br>motor       |
| E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> | Schützenserien  | W <sub>e</sub>                    | Erregerwicklung                         |                                    |
| A, B, 1, 2-20                   | Stufenschütze   | W <sub>k</sub>                    | Kompensationswicklung                   |                                    |
| F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> | Stromteiler   | W <sub>w</sub>                    | Wendepolwicklung                        |                                    |
| F <sub>3</sub>                  | Ausgleichsstromteiler                                     | J                                 | Gemeinsamer Nebenschlußwiderstand       |                                    |
| H                               | Schütze für die Zugheizung                                |                                   |   |                                    |
- Die an der Unterspannungswicklung des Transformators eingetragenen Zahlen geben die Spannungen der jeweiligen Anzapfungen gegen Erde an

Transformator.

Der Transformator ist, wie bei der Versuchslokomotive, als Trockentransformator mit Luftkühlung gebaut. Er ist in der Mitte der Lokomotive so hoch aufgestellt, daß die unter ihm liegenden

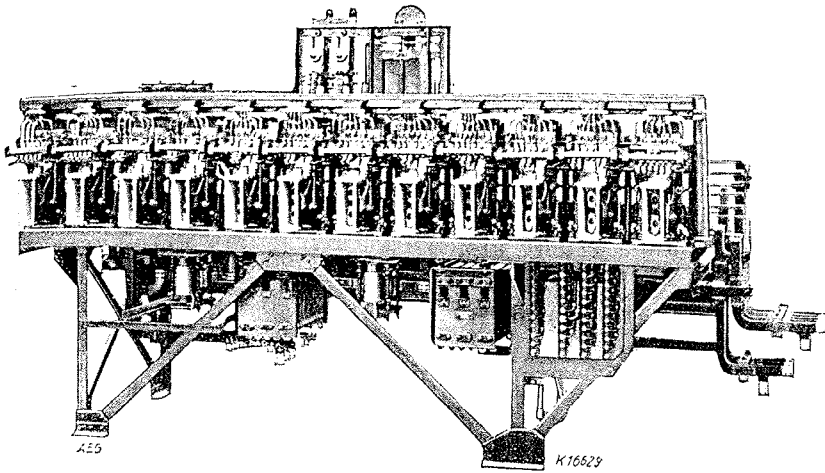


Bild 14. Vorderes Apparategerüst, linke Seite.

Kommutatoren der mittelsten Motoren bequem zugänglich sind. Der Transformator, Bild 11, ist nach der Manteltype mit liegendem Eisenkern gebaut. Die Spulen umgeben in Form von konzentrischen Kreiszyklern den mittleren Kern. Dem Kern am nächsten liegt die eine Hälfte der Unterspannungsspulen, hierauf folgen die Hochvoltspulen; außen liegt die andere Hälfte der Unterspannungsspulen. Die Enden der Spulen sind durch kräftige Balken aus Isoliermaterial kurzschlußsicher abgestützt. In dem Bild oben Mitte erkennt man das Hochspannung-Einführungskabel. Die Anzapfungen der einzelnen Stufen sind an beiden Stirnseiten herausgeführt und tragen die Schienenverbindungen zu den Stufenschützen.

Der Transformator ist von einem rechteckigen Gehäuse umgeben, in dessen 4 Ecken die Schaltdrossel­spulen angeordnet sind. Alle Flächen mit Ausnahme der Wicklungszwischenräume sind abgedeckt. Die Kühlluft, die an dem einen, vollkommen offenen Ende in den Transformator eintritt, wird in axialer Richtung durch die Kühlzwischenräume hindurchgesaugt<sup>5)</sup> und gelangt auf der anderen, abgeschlossenen Seite des Transformators in einen Lüftungskasten, in dem ein Lüftersatz nach Bild 12 aufgestellt ist. Durch die 4 Saugöffnungen der Lüfter wird die warme Luft angesaugt und durch die Druckstutzen in 2 Kanäle gedrückt, die in einem Lüftungsaufbau auf dem Dach endigen. Klappen in diesen Kanälen können die warme Luft vom Dachaufbau absperrn und unmittelbar in den Maschinenraum zurückleiten. Diese Zuleitung wird im Winter und bei starkem Regen angewendet, damit im Winter die Temperatur im Maschinenraum nicht allzu tief sinkt und bei starkem Regen der Gesamtluftbedarf, der die Lüftungsgitter der Lokomotive durchströmen muß, herabgesetzt wird.

Die Transformatorlüfter befördern  $380 \text{ m}^3/\text{min}$  gegen  $75 \text{ mm WS}$ .

Der Transformator besitzt eine Dauerleistung von  $1875 \text{ kVA}$  für die Fahrmotoren, eine Heizleistung von

$250 \text{ kVA}$  bei  $800 \text{ V}$  und eine Nebenleistung für Hilfszwecke von  $75 \text{ kVA}$  bei  $200 \text{ V}$ .

#### Steuerung.

Die Schaltung der Hauptstromkreise ist aus Bild 13 zu ersehen. Der Transformator besitzt eine Sparschaltung. Zwischen Primär- und Sekundärwicklung ist ein Stromwandler für den Hochspannungs-Stromzeiger eingeschaltet. Die Sekundärwicklung besitzt 3 Anzapfungen für die Heizung mit rund  $1000$ ,  $800$  und  $600 \text{ V}$  Spannung gegen Erde sowie 12 Doppelklemmen für die veränderliche Spannung der Fahrmotoren.

An die oberste Klemme mit  $477 \text{ V}$  gegen Erde sind die 2 Motorgruppen ohne Vermittlung von Stufenschützen angeschlossen, während die übrigen  $2 \times 11$  Klemmen zu ebenso vielen Stufenschützen führen. Die letzten Klemmen besitzen eine Spannung von  $-639 \text{ V}$  gegen Erde. Die Kontakte der Schütze, die in 2 Gruppen angeordnet sind, führen zu je einem Stromteiler. Die Mitten der beiden Stromteiler sind mit den Enden eines weiteren Doppelstromteilers verbunden, von dessen Mitte endlich der Strom zu dem zweiten Pol der Fahrmotoren führt. Auf den einzelnen Schaltstufen sind 4 Schütze eingeschaltet, so daß sich 19 Hauptstufen ergeben. Mit 2 Vorstufen, auf denen nur 2 bzw. 3 Schütze eingeschaltet sind, erhält man somit insgesamt 21 Schaltstufen.

Jeder Doppelmotor wird in der Nullstellung der Steuerung durch ein Trennschütz vom Transformator einpolig abgetrennt; der andere Pol ist durch die Stufenschütze in der Nullstellung ebenfalls vom Transformator getrennt. An diesem Ende sind außerdem Hebelschalter vorgesehen, die in der ausgeschalteten Stellung durch Hilfskontakte auch das zugehörige Trennschütz abschalten, so daß ein abgeschalteter Motor stets doppel­polig vom Netz getrennt ist.

Alle Steuerungsapparate sind in 2 Gerüste, die im Maschinenraum zu beiden Seiten des Transformators

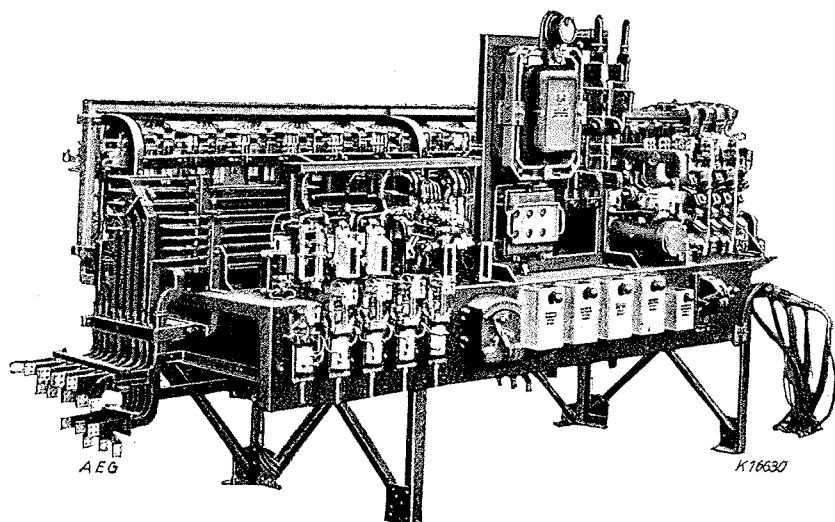


Bild 15. Vorderes Apparategerüst, rechte Seite.

<sup>5)</sup> D.R.P. Nr. 464 393 AEG-Kleinow

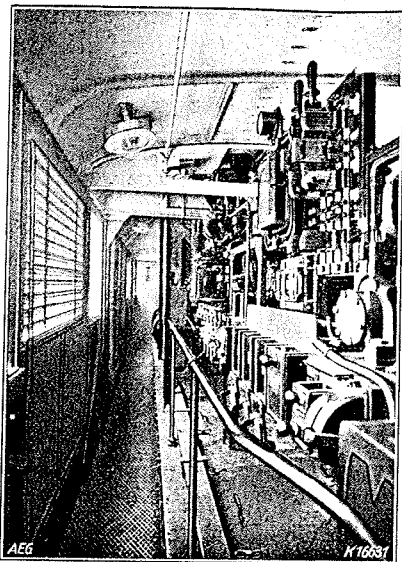


Bild 16. Blick vom vorderen Führerraum durch den rechten Seitengang des Maschinenraumes.

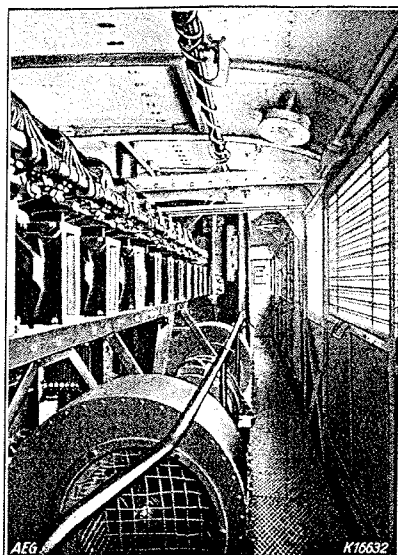


Bild 17. Blick vom vorderen Führerraum durch den linken Seitengang des Maschinenraumes.

stehen, übersichtlich eingebaut. Die Bilder 14 und 15 zeigen das vordere der beiden Gerüste. Es enthält auf der linken Seite: die Stufen- und Trennschütze einer Lokomotivhälfte, darunter 2 Stromwandler für die Fahrmotoren-Stromkreise und 2 Wendefeldwiderstände. Auf der rechten Seite, Bild 15, sieht man rechts einen Doppelfahrtwender für 2 Motoren. Hieran schließen sich die Hebelschalter zur Abtrennung dieser beiden Motoren, eine Beleuchtungsschalttafel mit Beleuchtungsregler sowie einige kleinere Schütze für die Schaltung der Hilfsstromkreise. Unter diesen erkennt man 5 Höchststromrelais, davon eins für den Heizstromkreis und 4 für 4 Fahrmotoren. Nach rechts folgen einige Handschalter und die bekannten Klappenschmelzsicherungen für die Hilfsstromkreise. Alle

Starkstromleitungen sind als blanke Kupferleitungen verlegt. Die Gerüste werden außerhalb der Lokomotive fertig montiert, durch die Dachöffnungen in den Maschinenraum eingesetzt und an die Starkstromleitungen links und die Steuerstromleitungen rechts über besondere Klemmbretter angeschlossen.

Die Schaltung der Hilfsstromkreise zeigt gegenüber früheren Ausführungen nichts wesentlich Neues. Sie entspricht im Schaltgedanken und in den Apparaten den Normalien der Deutschen Reichsbahn.

Die Bilder 16 und 17 zeigen einen Blick vom Führerraum in die beiden Seitengänge, aus dem man die sehr klare und übersichtliche Anordnung aller Apparate erkennen kann.

### Buchbesprechung.

Dr. Rudolf Rothe, o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Teil I: Differentialrechnung und Grundformeln der Integralrechnung nebst Anwendungen. 3. Auflage. 189 Seiten mit 155 Figuren. Leipzig und Berlin 1930, Verlag B. G. Teubner. Kart. 6 RM.

Das Buch ist trotz der Kürze des Inhalts ein aus-

gezeichneter Leitfaden für Studierende und Ingenieure, die ihre mathematischen Kenntnisse nachprüfen oder auffrischen wollen. Die kurzen Zeiträume, in denen sich die Auflagen folgten, zeugen am besten von der Brauchbarkeit des dargebotenen Stoffes. Die jetzt vorliegende dritte Auflage enthält gegenüber der vorigen außer einigen kleineren Ergänzungen zwei neue Abschnitte über geometrische Momente von ebenen Flächenstücken und über Maxima und Minima mit Nebendingungen. — z —