

# 50 Hz



Vollbahnlokomotiven  
Baureihe E 251



## INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung, S. 3

Einsatzgebiet, S. 3

Technische Daten, S. 4

### **Mechanische Ausrüstung, S. 5**

Oberrahmen und Wagenkasten, S. 5

Drehgestelle, S. 7

Druckluftanlage und pneumatische Bremse, S. 7

Sandung, S. 8

### **Elektrische Ausrüstung, S. 9**

Dachausrüstung, S. 9

Haupttransformator mit Schaltwerk, S. 9

Gleichrichter, S. 10

Glättungsdrossel, S. 11

Fahrmotor, S. 11

Elektrische Bremsausrüstung, S. 12

Hilfsbetriebe, S. 13

Geräte der Steuerung, S. 14

Anordnung der Geräte im Maschinenraum, S. 14

### **Schaltung der Hauptkreise, S. 18**

Fahrkreis, S. 18

Bremskreis, S. 19

Hilfsbetriebskreis, S. 20

Steuerung, S. 22

Zug- und Lokheizung, S. 22

Beleuchtungseinrichtungen, S. 22

Mef- und Schutzeinrichtungen, S. 22

Traktionsprogramm, S. 25

Führerstands-ausrüstung, S. 25





In den letzten 15 Jahren haben über 2000 große elektrische Lokomotiven für Fahrleitungsbetrieb die Lokomotivbau-Elektrotechnischen Werke Hennigsdorf (LEW) verlassen und im In- und Ausland Zeugnis von der Leistungsfähigkeit des Werkes abgelegt. Lag in den Jahren bis 1960 der Schwerpunkt bei den Gleichstromlokomotiven, so gewinnt seitdem die Fertigung von Wechselstromlokomotiven immer mehr an Raum, um den vielfältigen Wünschen von Kunden auch auf diesem Gebiet der Elektrifizierung entsprechen zu können. Wegen des bei Neuelektrifizierungen unbestrittenen Vorteils des 50-Hz-, 25-kV-Systems steigt die Bedeutung dieser Traktionsart immer mehr. Wir tragen dem Rechnung und sind in der Lage, leistungsfähige moderne 50-Hz-Lokomotiven zu liefern. Bei der Entwicklung und im Bau solcher Lokomotiven stützen wir uns vor allem auf die Erfahrungen mit unseren 50-Hz-Prototypen und auf die Ergebnisse, die bei der meßtechnischen Untersuchung und Erprobung neuester kompletter Ausrüstungen in unserem Leistungsprüffeld gewonnen werden.

Die 50-Hz-Versuchslokomotiven wurden einer gründlichen Erprobung bei der Deutschen Reichsbahn auf dem mit 50 Hz, 25 kV elektrifizierten Teilstück Hennigsdorf — Wustermark des Berliner Güteraußenringes unterzogen und anschließend für Demonstrationszwecke der Rumänischen Staatsbahn auf ihrer Gebirgsstrecke Brasov — Predeal zur Verfügung gestellt. Auch dort haben sie ihre Bewährungsprobe bestanden.

Die Betriebsergebnisse finden ihren Niederschlag in einer Serienlieferung von 50-Hz-Lokomotiven in den Jahren 1964/65 an die Deutsche Reichsbahn, die hiermit ihren Bedarf für die Neuelektrifizierung einer Gebirgsstrecke mit Steigungen bis zu 63‰ deckt. Im folgenden informieren wir Sie über diese Lokomotive.

#### EINSATZGEBIET

Die gesamte Auslegung der Lokomotive wurde auf den von der Deutschen Reichsbahn gewünschten Verwendungszweck abgestimmt. Das Einsatzgebiet ist eine Gebirgsstrecke im Harz zwischen den Orten Blankenburg — Rübeland — Elbingrode — Tanne mit Steilrampen bis zu 63‰ Steigung. Die Strecke besitzt große Bedeutung für den Transport von Industrierohstoffen. Auf Grund der Streckenführung ist die Höchstgeschwindigkeit bei Bergfahrt auf 50 km/h und bei Talfahrt auf 30 km/h begrenzt. Das Übersetzungsverhältnis des Getriebes wurde daher so groß wie möglich gewählt, um

bei diesen niedrigen Geschwindigkeiten maximale Zugkräfte zur Verfügung stellen zu können. Als mögliche Lokomotivhöchstgeschwindigkeit ergaben sich unter diesem Gesichtspunkt 80 km/h. Dieser Wert ist ausreichend, um bei Überführungsfahrten zum Ausbesserungswerk, das nicht in unmittelbarer Nähe der Strecke liegt, genügend kurze Zeiten einzuhalten.

Gemäß der Reichsbahn-Vorschrift „Betrieb auf Steilrampen“ wurde die Lokomotive mit zwei Bremsausrüstungen konstruiert, der Druckluft- und der elektrischen Bremse.

Die Strecke ist eingleisig. Die bisherige Zugförderung wurde mit Dampflokomotiven durchgeführt. Da bei dieser Betriebsart die Strecke an der Grenze ihrer Kapazität angekommen ist, die Anforderungen aber ständig steigen, wurde zweigleisiger Ausbau oder Elektrifizierung gegeneinander abgewogen. Auf Grund der Leistungsfähigkeit unserer 50-Hz-Lokomotiven fiel die Entscheidung zugunsten der Elektrifizierung. Einige Richtwerte sollen den Gewinn an Förderleistung für unsere Kunden veranschaulichen:

	Dampfbetrieb	elektr. Betrieb
Anhängelast	150 Mp	300 Mp
Geschwindigkeit (Bergfahrt auf 60‰)	6 km/h	40 km/h

Durch Variierung des Getriebeübersetzungsverhältnisses lassen sich die Lokomotiven auch an andere Betriebsgegebenheiten für andere Kunden anpassen. Als Haupteinsatzgebiet ist auf Grund der 6achsigen Ausführung der Güterzugbetrieb bzw. die Verwendung im Hügel- oder Bergland zu empfehlen.



## TECHNISCHE DATEN

Dienstgewicht	126 Mp $\pm$ 3%
Spurweite	1435 mm
Achsanordnung	Co' Co'
Länge über Puffer	18640 mm
Größte Breite	3065 mm
Größte Höhe über SO bei abgesenktem Stromabnehmer	4555 mm
Treibraddurchmesser (neu)	1350 mm
Achsstand im Drehgestell	2450/2000 mm
Drehzapfenabstand	9800 mm
Kleinster befahrbarer Kurvenradius	140 m
Kleinste befahrbare Weiche	1 : 7,5
Umgrenzungsprofil	II Anlage F der DR
Fahrdrahtspannung	25 kV $\begin{matrix} + 15\% \\ - 20\% \end{matrix}$
Frequenz	50 Hz
Anzahl der Fahrmotoren	6
Stundenleistung der Lok	3660 kW
Zugkraft bei Stundenleistung	32 Mp
Geschwindigkeit bei Stundenleistung	38 km/h
Maximale Betriebsgeschwindigkeit	80 km/h
Maximale Anfahrzugkraft ( $\mu = 0,33$ )	38,6 Mp
Leistung der elektrischen Bremse	800 kW
Maximale Bremskraft	16,5 Mp
Spannung für Zugheizung	1000/3000 V
Heizleistung	400 kVA
Hilfsbetriebsspannung	220/380/470 V
Hilfsbetriebeleistung	150 kVA
Steuergleichspannung	110 V
Steuerungsart	Nachlauf
Anzahl der Fahrstufen	34



# MECHANISCHE AUSRÜSTUNG



Bei der Konstruktion wurde weitgehend auf Verbesserung der Lauf- und Verschleißigenschaften gegenüber früher gelieferten Co'Co'-Lokomotiven Wert gelegt. Zu diesem Zwecke wurden die Radstände im Drehgestell vom bisher gleichen Achsstand 2450 mm in 2450 mm und 2000 mm geändert. Die bisher übliche Oberrahmenmittenabstützung wurde ersetzt durch die Abstützung des Oberrahmens links und rechts auf die Drehgestelle über ein Doppelschraubenfederpaar. Die Lage der Oberrahmenabstützung ist entsprechend der Schwerpunktlage des Drehgestelles so angeordnet, daß in jedem Falle gleiche Achsdrücke auftreten.

Der Kunde forderte zur Erzielung hoher Reibungszugkräfte ein Lokgewicht von 126 t. Um trotzdem die Verwendung der Lok auf Streckennetzen mit kleineren zulässigen Achsdrücken zu ermöglichen, wurden bei der Konstruktion gewichtssparende Prinzipien angewendet

und für den vorliegenden Einsatz zur Erreichung des geforderten Gewichts 6 t Ballast eingebaut.

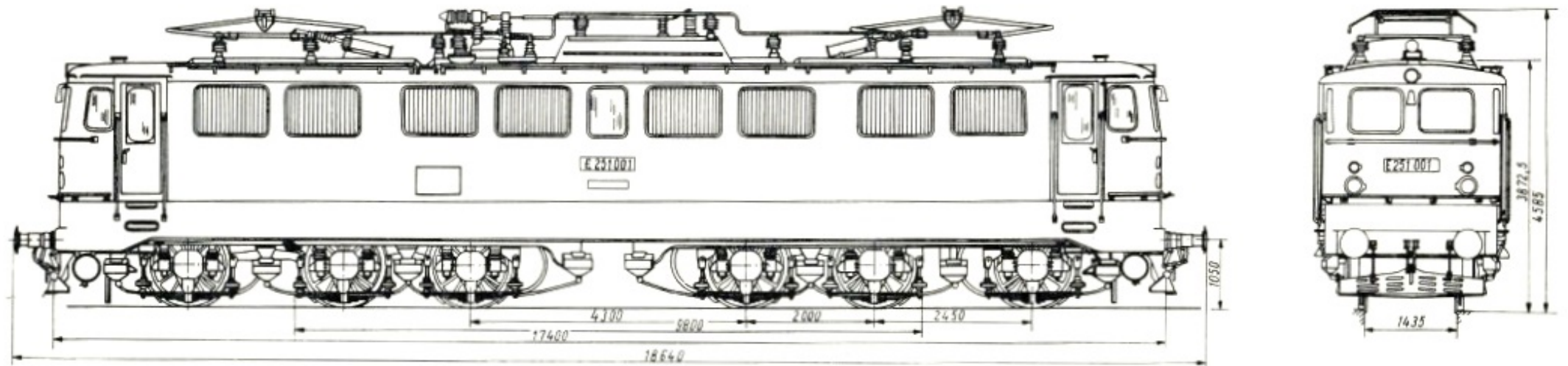
**Oberrahmen und Wagenkasten** Der Oberrahmen mit Wagenkasten und Führerhäusern wurde als gewichtssparende Schweißkonstruktion ausgebildet.

Der Oberrahmen besteht aus 2 durchlaufenden U-förmigen Längsträgern. Diese Längsträger nehmen den Transformatorträger, die beiden Drehzapfensträger sowie an den Stirnenden die Zugkästen auf. Zwischen den Längsträgern schaffen Hilfslängsträger das Fundament für die Aufnahme größerer Geräte. Die Abdeckung der vorstehend angeführten Träger erfolgt durch ein 4 mm dickes Bodenblech. Für Gerätebefestigungen sind an den betreffenden Stellen besondere Verstärkungen unter dem Bodenblech eingearbeitet. Die Zugkästen an den Stirnenden nehmen die Reichsbahnzugvorrichtung sowie Puffer und Schneeräumer auf. Die Zugkästen und

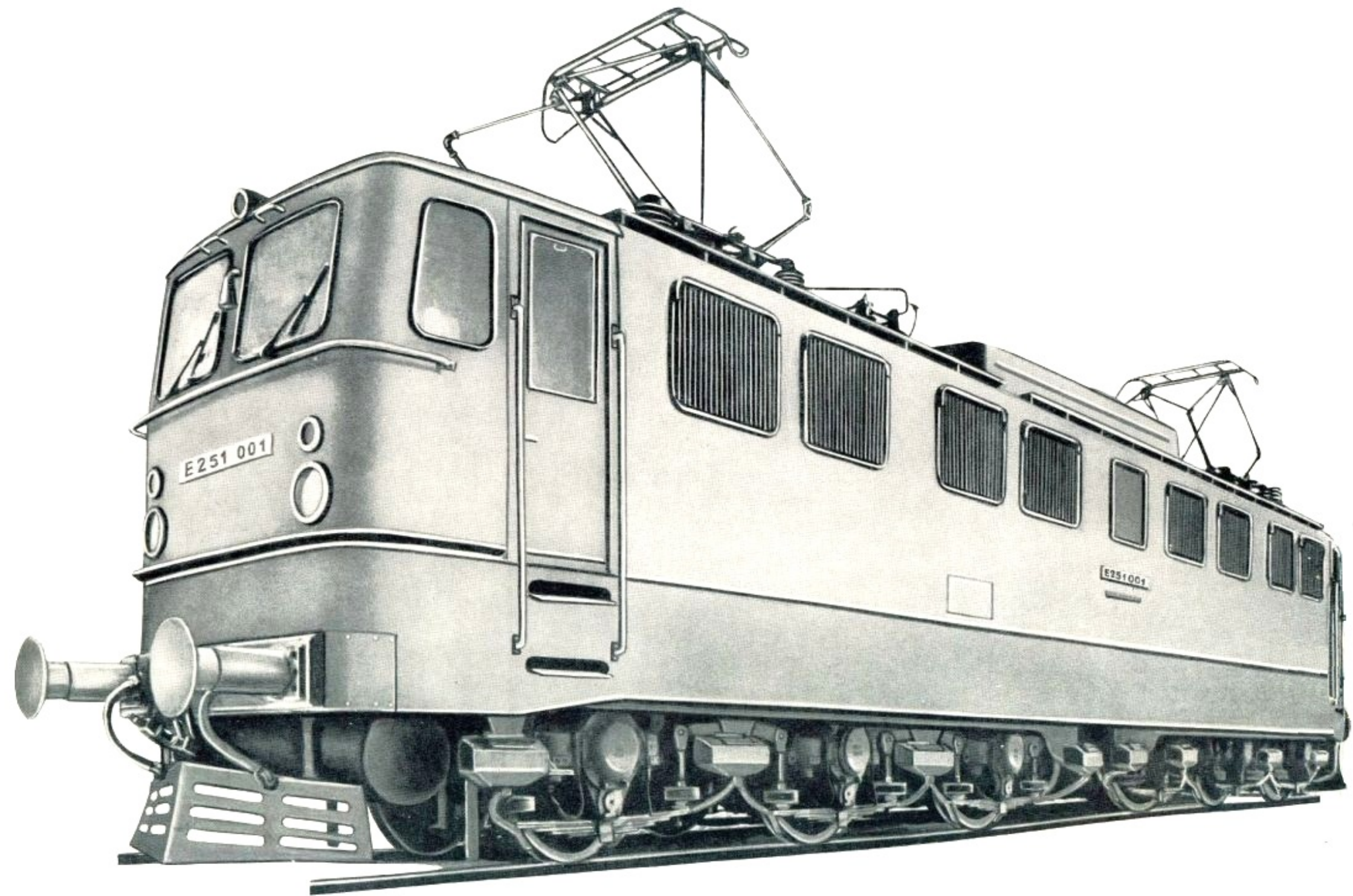
die dahinter liegende Partie des Drehgestellrahmens sind so ausgebildet, daß bei Einführung der automatischen Mittelpufferkupplung ein Umrüsten der Fahrzeuge mit geringfügigen Änderungen möglich ist. Die Aufbauten werden durch den Maschinenraum und die beiden Führerhäuser gebildet.

Die Seitenwände des Maschinenraumes bestehen aus einem Abkantprofilgerippe, welches mittels Punktschweißung beblecht wird. Sie nehmen in Gummirahmen eingesetzte Lüftungsgitter sowie Maschinenraumfenster auf. Die Dachkonstruktion des Maschinenraumes erstreckt sich im wesentlichen auf die Dachwute und 2 Querträger. Der restliche Raum des Daches über dem Maschinenraum wird durch 3 abnehmbare Hauben, auf welche die elektrische Dachausrüstung einschließlich Stromabnehmer montiert ist, gebildet.

Die an den Stirnenden der Lokomotive aufgeschweißten











Führerhäuser sind ebenfalls in Leichtbauweise hergestellt. Jedes Führerhaus hat 2 Einstiegtüren mit Fallfenster, 2 Stirnfenster und 2 Seitenfenster garantieren gute Sichtverhältnisse. Vom Führerhaus aus kann der Maschinenraum durch je eine in der Führerhausrückwand befindliche Tür betreten werden.

**Drehgestelle** Die Hauptbestandteile der Drehgestelle sind

- Drehgestellrahmen
- Drehzapfenlagerung
- seitliche Oberrahmenabstützung
- Radsätze mit Achslager und Achslagerführung
- Fahrmotor und Motoraufhängung
- Federung
- Bremse mechanisch
- Sandstreueinrichtung und Ausgleichkupplung

Die Drehgestellrahmen sind in Schweißkonstruktion hergestellt. Sie bestehen aus den kastenförmigen Längsträgern, dem Drehzapfenträger, dem vorderen und hinteren Querträger sowie einem Träger für die Motoraufhängung.

Zug- und Stoßkräfte werden von im Oberrahmen eingepreßten Drehzapfen, welche in den Drehzapfenträger der Drehgestelle hineinragen und dort beweglich gelagert sind, übertragen. Eine unterhalb des Drehzapfenträgers angeordnete Rückstellvorrichtung sorgt dafür, daß der Oberrahmen in seine Mittellage zurückgeholt wird.

Der Oberrahmen stützt sich auf jedes Drehgestell über 4 Schraubenfederpaare, welche in Federtöpfen gelagert sind, ab. Gleitpannen und Kugelgelenke sorgen dafür, daß die benötigte Bewegungsfreiheit bei Kurvenfahrten gegeben ist. Die Radsätze mit den Tatzlagerfahrmotoren

sowie den in zweireihigen Pendelrollenlagern angeordneten Achslagergehäusen werden mittels Zapfen im Drehgestellrahmen geführt. Engste Passung zwischen Führungszapfen und Führungsbuchse sowie zwischengeschaltete Silentblocks sorgen für eine annähernd spielfreie Achslagerführung und einen guten Lauf der Lokomotive. Eine Standschmierung hält den Verschleiß in den Achslagerführungen auf einem Minimum. Die Radsätze entsprechen den Abnahmebedingungen der Deutschen Reichsbahn.

Die Drehgestellabfederung erfolgt durch unter dem Achslagergehäuse angeordnete Blattfedern mit zwischengeschalteten Gummifedern. Beim vorderen Drehgestell ist die 1. Achse für sich abgedeutet, dagegen sind die Federn der Achsen 2 und 3 durch Ausgleichhebel verbunden. Im hinteren Drehgestell sind alle 3 Achsen über Ausgleichhebel miteinander verbunden. Es ergibt sich dadurch für das vordere Drehgestell eine stabile und für das hintere Drehgestell eine labile Ausführung. Eine Kupplung zwischen den Drehgestellen sorgt dafür, daß sich Achsdruckunterschiede weitgehendst ausgleichen. Zur Verbesserung der Laufeigenschaften wurde die Kupplung seitlich mit vorgespannten Federn versehen, welche eine bessere Führung der Lok im geraden Gleis bewirken.

Der Drehgestellrahmen ist so ausgebildet, daß er je 2 Bremszylinder sowie das Gestänge der mechanischen Bremse aufnimmt. Nähere Beschreibung siehe unter „Bremse“.

Zur besseren Ausnutzung des Reibungsgewichtes ist die Lokomotive mit einer Druckluft-Sandstreueinrichtung ausgerüstet (siehe auch unter „Sandung“).

**Druckluftanlage und pneumatische Bremse** Ein Kompressor mit einer Ansaugmenge von 150 m<sup>3</sup>/h entspannter Luft erzeugt die für das pneumatische Bremsen und für die Betätigung der elektropneumatischen Schaltgeräte erforderliche Druckluft. Dieser Kompressor verdichtet auf einen Enddruck von 10 kp/cm<sup>2</sup> Überdruck. Die Druckluft wird in zwei Hauptluftbehältern von insgesamt 800 l Fassungsvermögen gespeichert. Es gelang, diese beiden Hauptluftbehälter organisch in das Gesamtbild der Lokomotive einzubeziehen. Sie wurden getrennt vor den beiden Drehgestellen unterhalb des Lokomotivkastens angeordnet. Der Druck in den Hauptluftbehältern wird mittels eines Druckschalters in den Grenzen von 8 bis 10 kp/cm<sup>2</sup> Überdruck konstant gehalten.

Die Druckluft zum Aufrüsten der Lokomotive, d. h. zum Anheben der Stromabnehmer und zum Einschalten des Lokomotiv-Hauptschalters, wird von zwei Hilfskompressoren erzeugt, deren Antriebsmotoren mit 110 V Gleichspannung aus der Batterie gespeist werden. Die Anordnung zweier Hilfskompressoren wurde gewählt, um die Aufrüstzeit der Lokomotive kurz zu halten. Diese Maßnahme trägt wesentlich zur schnellen Betriebsbereitschaft der Lokomotive bei.

Das System der pneumatischen Bremse ist auf die zulässige Lokomotiv-Höchstgeschwindigkeit sowie auf die Forderungen der Steilrampenvorschrift der Deutschen Reichsbahn abgestimmt worden. Es wurde die Druckluftbremse Bauart Kd Br m. Z., also eine Knorr-Bremse mit Einfachsteuerventil und Druckübersetzer sowie mit Zusatzbremse gewählt. Neuartig ist der Weg, der beim Zusammenwirken der elektrischen und der pneumati-



schon Bremse beschränkt wurde. Bei elektrisch gebremster Lokomotive wird bei Betätigung des Führerbremsventils nur der Zug pneumatisch gebremst. Sinkt bei intensivem Bremsen des Zuges der Druck in der Hauptluftleitung unter einen Wert von ca. 4 kp/cm<sup>2</sup> Überdruck ab, dann wird durch einen in die Hauptluftleitung eingebauten Druckschalter ein die pneumatische Lokomotivbremse beeinflussendes Magnetventil abgeschaltet. Der bereits erfolgte Druckabfall in der Hauptluftleitung kann sich damit über ein Steuerventil auf die Druckübersetzer auswirken, die pneumatische Bremsung der Lokomotive ist eingeleitet. Um die Gefahr des Überbremsens der Lokomotive herabzumindern, wird bei Erreichen eines Bremszylinderdruckes von ca. 1 kp/cm<sup>2</sup> Überdruck wiederum mit einem Druckschalter die elektrische Bremse abgeschaltet. Nach Entlüften der Bremszylinder ist die elektrische Bremse wieder einsatzbereit.

Jedes Drehgestell besitzt ein vom anderen Drehgestell mechanisch unabhängiges Gestängesystem für die pneumatische Bremse mit beiseitiger Abbremsung jeden Rades. Bei dieser sechsachsigen Lokomotive wurden je Drehgestell erstmalig nur zwei Bremszylinder, die jeweils auf die Räder einer Seite wirken, vorgesehen. Durch diese Bauweise wird die Zugänglichkeit zu allen innerhalb der Drehgestelle liegenden Teilen verbessert.

Als Feststellbremsen dienen Handbremsen, die jeweils auf ein Drehgestell wirken und vom entsprechenden Führerstand aus betätigt werden müssen.

Die Druckluftausrüstung wird vervollständigt durch je ein zwischen den Stirnfenstern der Führerstände angebrachtes Druckluft-Typhon.

**Sandung** Im Vergleich zu Lokomotiven der Achsfolge Bo'Bo' neigen Lokomotiven der Achsfolge Co'Co' weniger leicht zum Schleudern der Treibachsen. Damit wird auch die Notwendigkeit zum Sanden geringer. Die Erfahrungen während der Erprobung unserer Versuchslokomotiven im In- und Ausland haben ergeben, daß zur Ausnutzung hoher Zugkräfte trotzdem die Sandung zweckmäßig ist. Daher wird die Möglichkeit des Sandens der jeweils in Fahrtrichtung liegenden Achsen 1 bis 4 vorgesehen. Dadurch werden die Reibungsverhältnisse der während des Anfahrvorganges entlasteten Achsen verbessert. Die Sandkästen befinden sich gut zugänglich am Drehgestellrahmen, so daß ein bequemes Nachfüllen vorgenommen werden kann. Die Anordnung der Sandkästen am Drehgestell erspart flexible Verbindungen für den Sandtransport vom Oberrahmen bzw. Wagenkasten zu den Treibachsen. Gesendet wird durch den Lokführer durch Betätigen eines Kipptasters am Führerpult. Der Kipptaster steuert die elektropneumatischen Ventile der Sandungseinrichtung an.

## MECHANISCHE AUSRÜSTUNG







**Dachrüstung** Zum elektrischen Teil der Dachrüstung gehören Stromabnehmer, Dachtrennschalter, Lokomotiv-Hauptschalter, Überspannungswandler, Durchführungsstromwandler und die diese Teile verbindende Dachleitung.

Als **Stromabnehmer** wird ein vielfach bewährter zweischeriger Typ mit elektropneumatischem Antrieb verwendet. Die Lokomotive ist mit 2 Stromabnehmern ausgerüstet. Die zulässige Strombelastung gestattet es, die Lokomotive auch mit nur einem angelegten Stromabnehmer zu fahren, so daß der zweite in Reserve gehalten werden kann. Der Dachtrennschalter ermöglicht die Abtrennung eines oder beider Stromabnehmer von der Dachleitung. Seine Betätigung erfolgt vom Maschinenraum aus. Der **Lokomotiv-Hauptschalter** ist als



Stromabnehmer

Druckluftleistungsschalter ausgeführt. Da er auch zum Schutz der elektrischen Ausrüstung vor den Auswirkungen von Überlast und Kurzschluß dient, wurde seine Nennschaltleistung mit 200 MVA bemessen. Er arbeitet nach dem erprobten Prinzip getrennter Leistungs- und Spannungsfreischaltung. Die Leistungsschaltung findet in einer auf einem Isolator angeordneten Schaltkammer statt, die Spannungstrennung durch ein an einem Drehisolator befestigtes Trennmesser. Die Spannungstrennstelle ist von außen sichtbar, so daß im Zweifelsfall eine sofortige Kontrolle des Schaltzustandes vorgenommen werden kann.

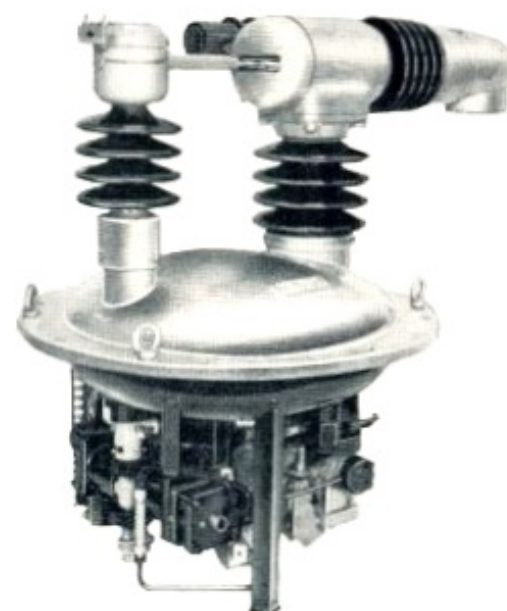
Zur Dämpfung von Abschaltüberspannungen ist parallel zur Leistungstrennstelle ein hochohmiger Widerstand geschaltet. Der Sicherheit bei Reparatur- und Wartungsarbeiten im Maschinenraum und an der Dachrüstung dient ein am Hauptschalter angebrachter Erdungsschalter, der im Bedarfsfall die Erdung der Dachrüstung und der Hochspannungsseite des Haupttransformators ermöglicht.

#### Haupttransformator und Hochspannungsschaltwerk

Transformator und Schaltwerk bilden wegen ihres funktionellen Zusammenhangs auch baulich eine Einheit. Da sich die Anpassung der ausnutzbaren Zugkräfte an die Reibungsgrenze optimaler mit einer Hochspannungsteuerung und der dabei frei wählbaren Abstufung der Fahrspannung lösen läßt, wurde — wie auch bei unseren 50-Hz-Versuchslokomotiven — diese Art der Leistungssteuerung gewählt.

Der Haupttransformator besteht demzufolge aus einem Spartransformator mit 34 Anzapfungen und dem Gleichrichtertrafo mit festem Übersetzungsverhältnis. Der Gleichrichtertrafo wurde mit 2 Primär- und 2 Sekundär-

wicklungen ausgebildet. Für die Speisung der Zugheizung und der Hilfsbetriebe ist außerdem je eine galvanisch von den anderen getrennte Wicklung vorhanden. Alle Wicklungen sind auf einem gemeinsamen Kern angeordnet und liegen unter Öl. Den Ölumlau bewirkt eine stopfbuchslose Pumpe, die Ölkühlung wird in einem fremdbelüfteten Ölkühler vorgenommen. Die Traktionsleistung des Haupttransformators wurde mit 4360 kVA bemessen, die Zugheizungswicklung kann mit 400 kVA und die Hilfsbetriebwicklung mit 150 kVA belastet werden. Entsprechend den ÖSSH-Empfehlungen ist außer der von der Deutschen Reichsbahn benötigten Heizspannung 1000 V auch eine Anzapfung bei 3000 V vorhanden.



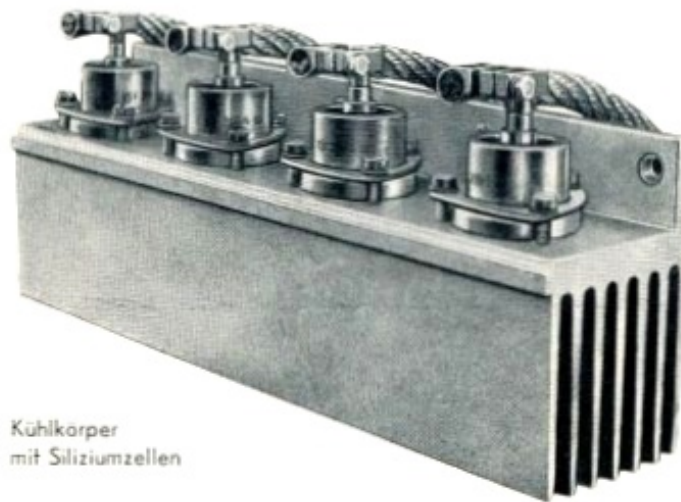
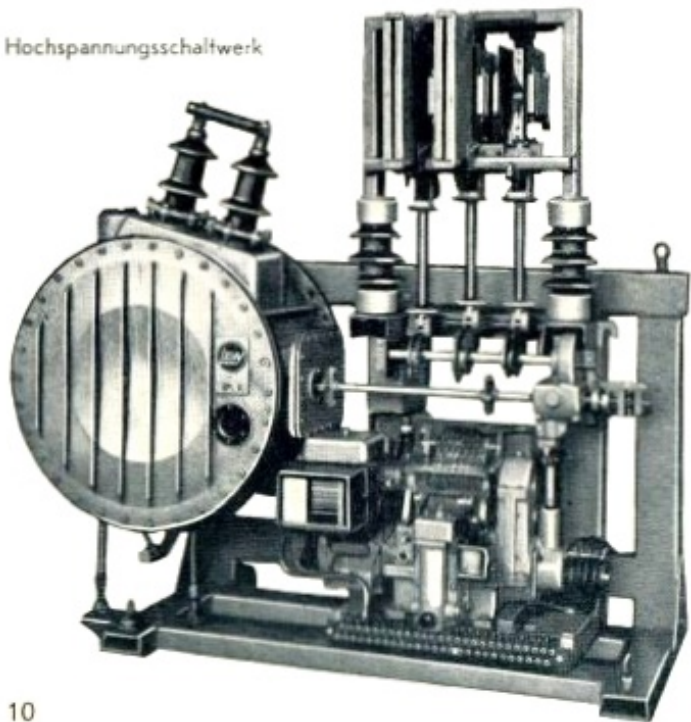
Hauptschalter



Das Hochspannungsschaltwerk arbeitet im Bereich von 0 bis 15 kV und beruht auf dem Prinzip der leistungslosen Spannungswahl durch den unter Öl arbeitenden Stufenwähler und Leistungsschaltung durch Lastschalter, die als Luftschütze ausgebildet sind. Untersuchungen in unserem Leistungsprüffeld ergaben, daß gegenüber der herkömmlichen Bauart mit 4 Lastschaltern auch eine Ausführung mit 3 Schaltern möglich ist. Diese Art kommt daher zur Anwendung, da Aufbau und Wartung vereinfacht werden.

Entsprechend der Anzapfungsanzahl am Spartransformator ist das Schaltwerk mit 34 Stufen ausgeführt.

Hochspannungsschaltwerk

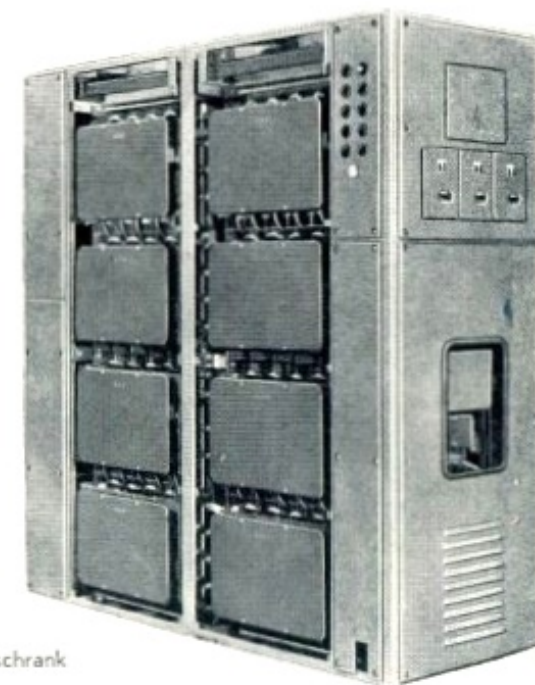


Kühlkörper mit Siliziumzellen

Überschaltwiderstände dienen zum unterbrechungsfreien Übergang von einer Schaltstufe zur nächstfolgenden. Selbstverständlich wird das Schaltwerk motorisch angetrieben.

**Gleichrichter** Der heutige Stand der Technik gestattet es, die in der Vergangenheit gebräuchliche Anwendung verschiedenster Varianten von Gefäßgleichrichtern zu verlassen und sich dem modernen Element — Siliziumleistungsdiode — zuzuwenden. Dem Benutzer der Lokomotiven steht damit ein Aggregat zur Verfügung, das gegenüber den Gefäßgleichrichtern praktisch wartungs- und verschleißfrei arbeitet und unabhängig von den Witterungsverhältnissen die sofortige Betriebsbereitschaft der Lokomotive gewährleistet. Wir rüsten deshalb alle 50-Hz-Lokomotiven mit Siliziumgleichrichtern aus, um den Kunden hochwertige Maschinen zur Verfügung zu stellen. Die Siliziumdioden sind ein-

schließlich ihrer Kühl- und Schutzeinrichtungen in kompakter Bauweise zu sogenannten Gleichrichterschranken zusammengefaßt. Um den Gesamtaufwand für die Gleichrichter — insbesondere für die Überwachungs- und Schutzeinrichtungen — zu verringern und die Kurzschlußfestigkeit zu erhöhen, wird für je 3 Fahrmotoren ein gemeinsamer Gleichrichter vorgesehen. Daraus resultiert die Anordnung von 2 Gleichrichterschranken je Lokomotive. In elektrischer Hinsicht sind die Dioden eines Schrankes in einer gemeinsamen Brückenschaltung aufgebaut, die aus 320 Stück besteht, d. h. je Brückenweig sind 80 Dioden vorhanden. Als



Gleichrichterschrank





Kühlkörpermaterial wird zur Gewichtseinsparung Aluminium verwendet. Die Fremdbelüftung jedes Schrankes übernehmen 3 Axiallüfter. Von einer Kopplung der Gleichrichterbelüftung mit der Fahrmotorkühlluft wurde abgesehen, da diese Kopplungsmöglichkeit in anderer Weise ausgenutzt wird (siehe unter „Glättungsdrossel“). Aus Zweckmäßigkeitsgründen — Platz- und Gewichtsersparnis — wurden je 4 Dioden auf einem gemeinsamen Kühlkörper befestigt. Als weiterer Vorteil tritt dabei eine relativ gleichmäßige Erwärmung der Dioden ein.

**Glättungsdrossel** Der Glättung des von den Gleichrichtern gelieferten Wellenstromes dienen jedem Fahrmotor vorgeschaltete Luftspaltdrosseln in der bereits bei unseren 50-Hz-Prototypen erprobten Bauart. Die mechanische Festigkeit konnte durch Verwendung von Epoxydharz als Windungsabstützung und -isolation noch verbessert werden. Je drei dieser Glättungsdrosseln sind zu einer Baueinheit zusammengefaßt und werden von einem Fahrmotorlüfter saugbelüftet. Thermisch wurden die Drosseln für den Fahrmotor-Nennstrom ausgelegt. Ihre Nenninduktivität beträgt 13,5 mH, während die Restinduktivität bei einem Drittel dieses Wertes liegt. Die Glättungsdrosseln gewährleisten eine Welligkeit des Fahrmotorstromes von etwa 30% bei Nennbetrieb.

**Fahrmotor** Die Fahrmotoren stellen eine Weiterentwicklung der in unseren 50-Hz-Prototypen eingebauten Motoren dar. Die Fahrmotoren sind ihrer Bauart nach Tatzlagermotoren mit geschweißtem Gehäuse und geblechten Hauptpolen. Nach geringen konstruktiven Änderungen sind diese Motoren auch für die Verwendung des LEW-Kegelringfederantriebes geeignet. Um eine



Glättungsdrossel





gute Wartung der Bürsten zu ermöglichen, erhalten die Motoren eine drehbare Bürstenbrücke.

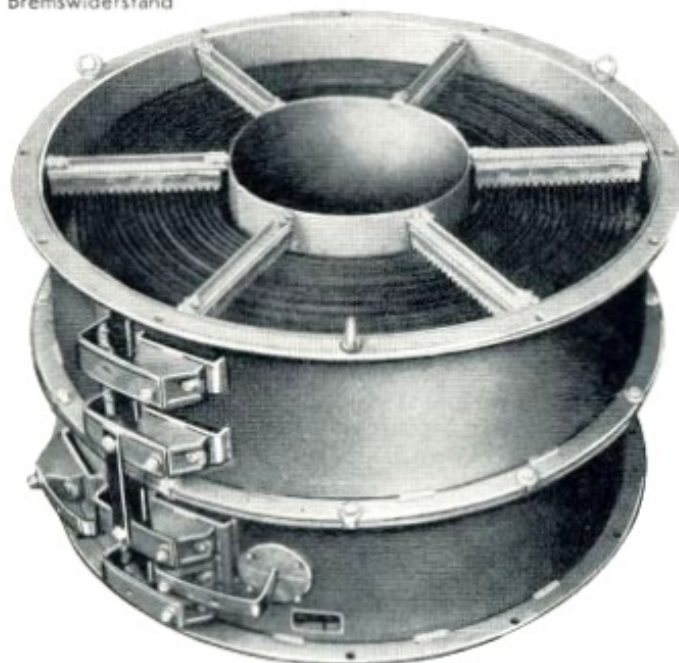
Die Motoren wurden für den Betrieb mit Wellenstrom ausgelegt. Bei der Berechnung und der Konstruktion wurden die besonderen Bedingungen für den elektrischen Bremsbetrieb sowie die Anforderungen der IEC-Empfehlung Nr. 48 berücksichtigt. Die Motoren sind Reihenschlußmaschinen mit Wendepolen und Kompensationswicklung, zur Verbesserung der Kommutierung sind die Hauptfelder dauernd geschuntet. Die Stundenleistung beträgt 610 kW bei 1200 V und 540 A Gleichstrommittelwert. Die Motoren sind kurzzeitig um ca. 70% bezogen auf das Nenndrehmoment überlastbar und ermöglichen damit, schwerste Zuglasten anzufahren. Der flache Kennlinienverlauf weist auf die besondere Eignung für Lokomotivantriebe hin, denn er gewährleistet, daß schleudernde Achsen sich durch das schnelle Zurückgehen der Zugkraft wieder selbst fangen.

Je drei Fahrmotoren werden von einem Lüfter intensiv fremdbelüftet. Die erforderliche Kühlluftmenge beträgt  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  gegen 90 mm WS statischen Gegendruck.

**Ausrüstung für die elektrische Bremse** Die Lokomotive ist mit einer fremderregten Widerstandsbremse ausgerüstet. Die Bremsausrüstung besteht im einzelnen aus der Magnetverstärkeranlage, dem Zwischentransformator, dem Erregergleichrichter, Stabilisierungs-, Vor- und Bremswiderständen. Der Magnetverstärker dient der Steuerung der Bremsvorgänge. Der große Vorteil solcher statischen Geräte liegt einmal in ihrer äußerst geringen Störanfälligkeit und Wartungsfreiheit, andererseits in der Möglichkeit, die Bremskraft stufenlos zu verändern.

Die Bremsleistung wird in zwei Bremswiderständen mit je 400 kW Leistung in Wärme umgesetzt. Ein Bremswiderstand sowie eine Hälfte des Feldvorwiderstandes, dessen thermische Belastung der des Bremswiderstandes gleichkommt, bilden jeweils eine Baueinheit in Form eines Widerstandsturmes. Als Widerstandsmaterial wird CN 80, dessen Widerstand von der Temperatur nahezu unabhängig ist und das dadurch konstante Bremskennlinien gewährleistet, verwendet. Jede Baueinheit besteht aus vier übereinander angeordneten Lagen spiralförmig gewickelten Widerstandsbandes.

Bremswiderstand

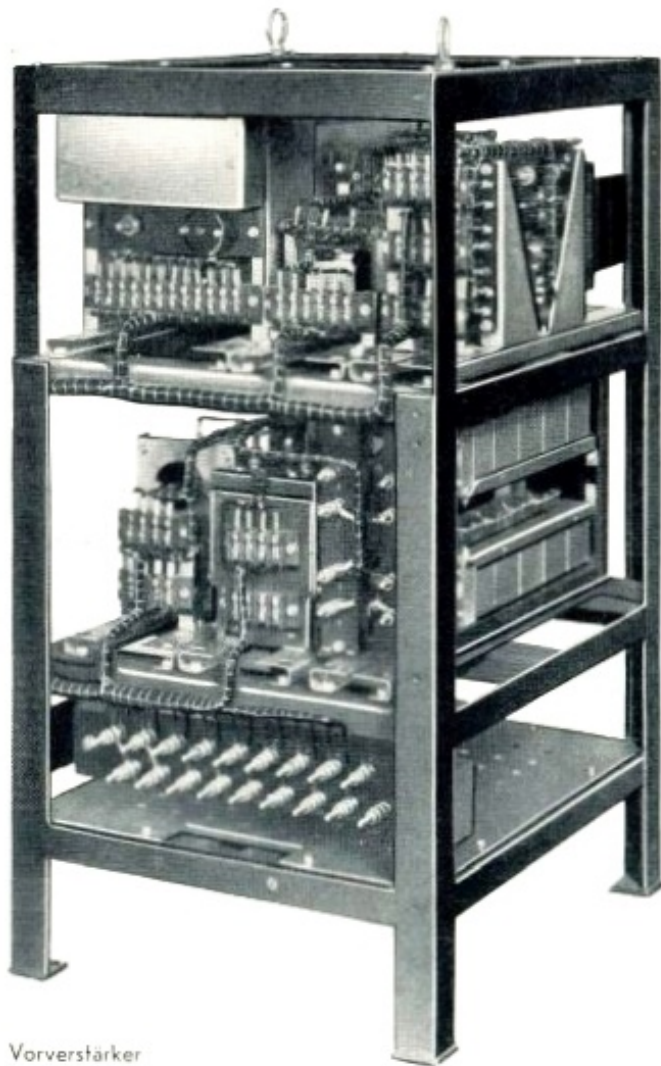


Drei Lagen ergeben hintereinander geschaltet den Bremswiderstand. Der Feldvorwiderstand besteht aus den beiden in Reihe geschalteten vierten Lagen der Widerstandstürme. Die Abmessungen des Widerstandsmaterials erlauben eine dauernde Belastung mit 400 A, ohne daß die zulässige Temperatur überschritten wird. Durch Fremdbelüftung wird die entstandene Wärme abgeführt. Die erforderliche Kühlluftmenge beträgt ca.  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  bei einem Gesamtgedruck von 40 mm WS. Der Stabilisierungswiderstand wird, da er nicht in dem Maße wie die vorstehend genannten Widerstände belastet wird, nicht fremdbelüftet.

Die Magnetverstärkeranlage besteht aus Vor- und Endverstärker. Die einzelnen Geräte und Schaltelemente des Vorverstärkers sind in Form verschiedener Einschübe zu einem Schrank zusammengefaßt worden. Diese Bauart erlaubt eine übersichtliche Anordnung der Geräte bei kleinstem Raumbedarf und ermöglicht außerdem eine schnelle Demontage, z. B. bei Revisionen. Der Endverstärker setzt sich aus zwei Leistungsrosseln und einem Selen-Sättigungsgleichrichter zusammen.

Um den Aufwand an Siliziumdioden für die Bremserrregung gering zu halten, werden der Zwischentransformator und die Erregergleichrichter in Mittelpunktsschaltung ausgeführt. Der Zwischentransformator dient der Herabsetzung der Spannung auf die für die Speisung des Erregergeneratorfeldes zulässige Größe. Er wurde als Kerntransformator ausgeführt, die Sekundärwicklung wurde zur Kompensierung der möglichen Gleichstrom-Vormagnetisierung in Zick-Zack-Schaltung angeordnet. Durch entsprechende Auslegung konnte der Zwischentransformator ohne Fremdkühlung ausgeführt werden. Bei der Bemessung des Erregergleichrichters wurde die Möglichkeit genutzt, hochsperrende





Vorverstärker

Dioden zu verwenden, so daß auf eine Reihenschaltung mehrerer Dioden verzichtet werden konnte, ohne die Spannungssicherheit der Anlage zu gefährden. Resultierend aus der geringen erforderlichen Erregerleistung, bedingt durch die gewählte Schaltung, wird auch der Erregergleichrichter nicht belüftet.

**Hilfsbetriebe** Dem Gesichtspunkt weitgehender Wartungsfreiheit wurde auch für die Auswahl der Hilfsbetriebe motoren größte Beachtung gewidmet. Wartungsarme und in hohem Maße betriebssichere Maschinen liefert die Industrie in Form der Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer. Ihre Verwendung auf 50-Hz-Lokomotiven wird möglich durch Einsatz eines entsprechenden Einphasen-Dreiphasen-Umformers.

Wir sind in der Lage, auf Grund der erfolgreichen Entwicklung eines Arno-Umformers und der positiven Ergebnisse dieses Hilfsbetriebesystems auf den Versuchslokomotiven auch weiterhin bei 50-Hz-Lokomotiven Drehstrommotoren mit Kurzschlußläufer zu verwenden. Den mechanischen Beanspruchungen auf Lokomotiven wird durch besondere Durchbildung der Wicklungsbefestigung und Lager Rechnung getragen.

Folgende Hilfsbetriebeaggregate sind auf der Lokomotive angeordnet:

1 Arno-Umformer	150 kVA, 380 V
1 Hauptkompressor	150 m <sup>3</sup> /h
2 Fahrmoturlüfter	je 6 m <sup>3</sup> /s
2 Ölkühlerlüfter	je 2,3 m <sup>3</sup> /s
1 Ölpumpe	100 m <sup>3</sup> /h
2 Widerstandslüfter	je 5 m <sup>3</sup> /s
6 Gleichrichterlüfter	je 1,4 m <sup>3</sup> /s

Die Fahrmoturlüfter sind als Radiallüfter ausgeführt, alle

anderen Lüfter in Axialbauart. Jeder Fahrmoturlüfter kühlt gleichzeitig die 3 Fahrmotoren eines Drehgestells. Entsprechende Luftkanäle im Maschinenraum verteilen die Kühlluft. Die beiden Lüfter des Ölkühlers sind direkt angeflanscht, desgleichen die Widerstands- und Gleichrichterlüfter an den entsprechenden Kühlluftverbrauchern.

Den Kurzschlußschutz der Motoren übernehmen Schmelzsicherungen; für den Überlastschutz sind Thermorelais vorgesehen. Die Einschaltung der Motoren erfolgt durch 3polige elektromagnetische Schütze.

Arno-Umformer



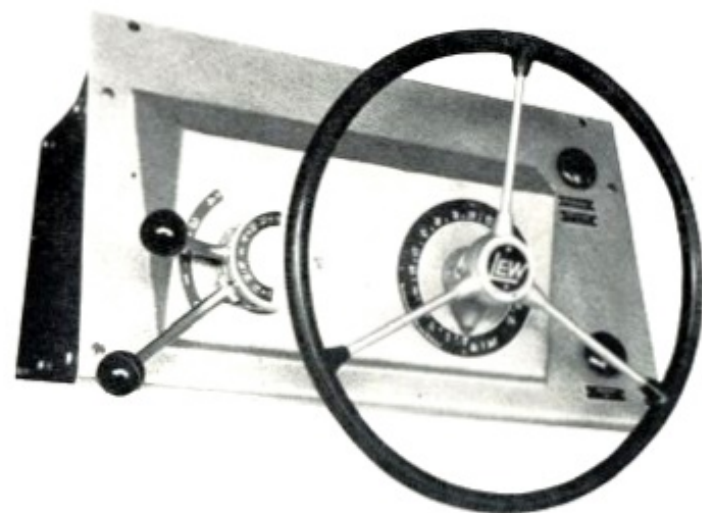




**Geräte der Steuerung** Alle Steuergeräte sind für eine Nennspannung von 110 V Gleichspannung entsprechend dem Steuerspannungssystem ausgelegt. Als Relais, Schalter und Hilfsschütze werden Elemente verwendet, die sich bereits in anderen Lokomotivsteuerungen bewährt haben. So gelangt z. B. für eine Reihe unterschiedlicher Funktionen wieder das Hilfsrelais RH 95 mit Stecksockel zur Anwendung, das untereinander freitauschbar ist und demzufolge eine einfache Lagerhaltung ermöglicht.

Besonders beachtet wurde auch die Gestaltung des Fahr Schalters. Durch Einsatz einer neuartigen Fahrstufensteuerung nach dem Drehmelderprinzip konnte von der herkömmlichen Art der Fahrsteuerwalze abgegangen

Fahr schalter



und ein geringer Platzaufwand erreicht werden. Die Knie- und Beinfreiheit für den Lokomotivführer wurde dadurch erheblich verbessert, so daß eine bequeme Sitzhaltung eingenommen werden kann.

Gute Betriebserfahrungen mit dem bisher in allen Wechselstromlokomotiven der LEW verwendeten Steuerstromversorgungsgerät gaben Veranlassung, auch für die hier beschriebene 50-Hz-Lok ein derartiges Aggregat einzusetzen. Es handelt sich um ein Gerät, das auf transduktorischer Basis arbeitet und keinerlei bewegliche Teile einschließlich Relais und Schütze enthält. Damit sind auch an diesem Gerät, bis auf eine gelegentliche Säuberung, keinerlei Pflege- und Wartungsarbeiten notwendig. Dem Gerät wird 380 V, 50 Hz Einphasenspannung zugeführt, vom Ausgang werden alle Steuerstromverbraucher sowie die Beleuchtungsstromkreise mit 110 V Gleichspannung versorgt. Gleichzeitig wird die 48zellige Batterie, deren Nennkapazität 80 Ah beträgt, geladen. Die Batterie arbeitet im Bereitschaftsladebetrieb, d. h. Leistungsverbrauchsspitzen werden mit aus der Batterie abgedeckt, während bei geringem Leistungsbedarf der Verbraucher die Batterie geladen wird. Unabhängig von den Schwankungen der Eingangsspannung in den Grenzen 15% bis -30% hält das Gerät die Ausgangsspannung innerhalb von 2% bis -6% konstant und gewährleistet damit einen ausreichenden Ladezustand der Batterie.

**Anordnung im Maschinenraum** Die Geräteanordnung wird im Bild dargestellt. Die wichtigsten Geräte der Dachausrüstung sind in ihrer örtlichen Lage dem Aufriß zu entnehmen.

Wie üblich, wurde auch bei dieser Lokomotive der Transformator mit Kühler und angebaute Hochspan-

nungsschaltwerk mit Rücksicht auf die Lage des Lokomotiv-Schwerpunktes in der Mitte des Maschinenraumes angeordnet. Diese Baueinheit teilt den Maschinenraum in zwei Teile, in denen die weiteren Geräte unter Beachtung der Zugänglichkeit zur Wartung sowie unter Berücksichtigung des Schutzes gegen Berührung Spannung führender Teile montiert wurden. Außer dem Transformator bestimmen die beiden für die Leistung dreier Fahrmotoren ausgelegten Gleichrichter die Platzeinteilung. Auch diese Geräte wurden vor allem aus Schwerpunktsgründen am durchgehenden Längsgang aufgestellt.

Die Geräte für die Fahrmotorkreise eines Drehgestells, wie die Hauptschützensengerüste, in denen die entsprechenden Motortrennschütze, Überstromrelais, Mefshunts und Fahr-Brems-Richtungswender angeordnet sind, und die Fahrmotor-Lüftersätze einschließlich Glättungs-drosseln sind ihrem funktionellen Zusammenwirken entsprechend im darüberliegenden Maschinenraumteil aufgestellt worden. Weiterhin wurden die beiden Bremswiderstandstürme, die mit ihren Lüftern eine Einheit bilden, auf beide Maschinenraumteile verteilt.

Um die hochbelasteten Maschinen und Geräte mit möglichst staubarmer Luft zu versorgen, saugen alle Lüfter ihre Luft aus dem Maschinenraum an. Bis auf die Abluft der Gleichrichter, die wieder in den Maschinenraum gelangt, wird die Kühlluft der anderen Aggregate ins Freie abgeleitet. Dem Eintritt der Luft in den Maschinenraum dienen die in den Lokomotiv-Seitenwänden angeordneten Lüftungsgitter, deren Form so ausgebildet wurde, daß nur geringe Staubanteile in den Maschinenraum gelangen können. Weiterhin wurde die Möglichkeit geschaffen, im Winter diese Lüftungsjalousien zusätzlich mit Gazerahmen, die ein Eindringen von



Schnee in den Maschinenraum verhindern, zu versehen. Der gesamte für den Lufteintritt benötigte Querschnitt wurde so festgelegt, daß der Gesamtgedrückt nur wenig anstieg, und die Durchtrittsgeschwindigkeit der Luft durch die Gitter klein gehalten wurde.

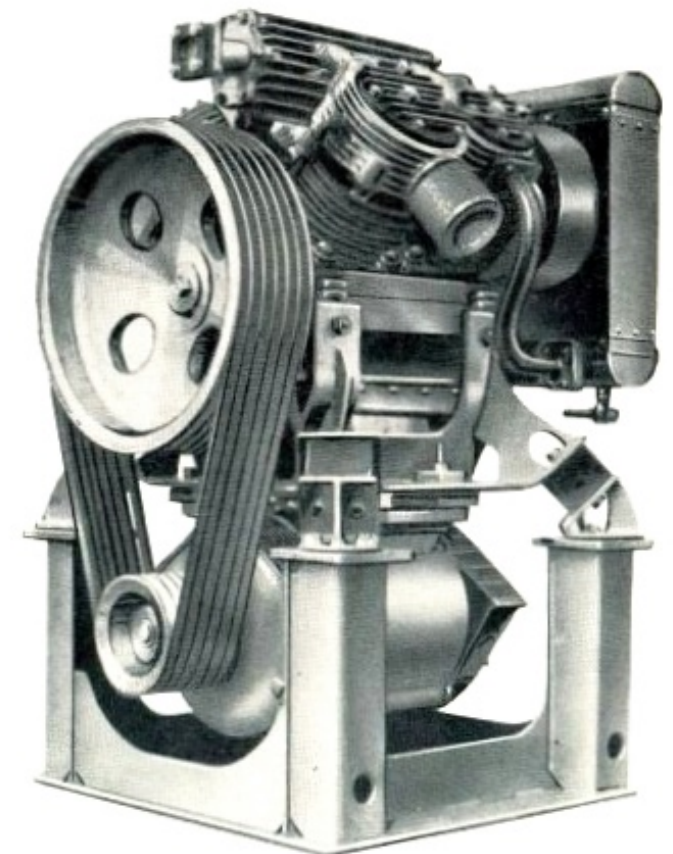
Aus Gründen möglichst kurzer Rohrverbindungen wurden der Hauptkompressor und das Druckluftgerätee-gerüst, in dem auch die beiden Hilfskompressoren angeordnet sind, in einem Maschinenraumteil aufgestellt. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden bei dieser Lokomotive Hauptkompressor und Antriebsmotor erstmalig übereinander montiert. Der Antrieb erfolgt über Keilriemen.

Die wohldurchdachte Anordnung der Geräte findet auch ihren Ausdruck in der Zusammenfassung aller Hilfsmotorschütze und -thermorelais in einem Hilfsbetriebebergerüst, aller für die Anlaufschaltung des Arno-Umformers notwendigen Geräte in einem entsprechenden Gerüst, das in unmittelbarer Nähe des Arno-Umformers eingebaut wird, sowie aller Sicherungen und Hilfsrelais in einer Relais-tafel. Schließlich wurden auch das Steuerstromversorgungsgerät und die Batterie aufgrund ihres engen elektrischen Zusammenwirkens übereinander aufgestellt. Der Zwischentransformator wurde in dem einen, alle anderen Geräte für die Bremserregung gemeinsam in dem anderen Maschinenraumteil angeordnet.

Dem Grundriß ist zu entnehmen, daß am durchgehenden Seitengang die Geräte aufgestellt wurden, die ihrer Bauart nach einen hohen Berührungsschutz besitzen. Dadurch entsteht hinter diesen ein Hochspannungsraum, in den vom Seitengang aus hinreichend breite Quergänge führen, die eine gute Wartung der Geräte

ermöglichen. Dieser Hochspannungsraum darf unter Spannung nicht betreten werden, er wird entsprechend abgeriegelt.

Die Montage der Gerüste entspricht der neuesten Technologie und wird außerhalb der Lokomotive vorgenommen. Die fertig verkabelten Bauteile und Geräte werden durch die Dachluken in den Maschinenraum eingebracht. Hier erfolgt dann nur noch der Anschluß an die bereits vorher in Kanälen gebündelt verlegten Kabel. Diese Montage gestattet es, auch bei Planausbesserungen ein einfaches und schnelles Auswechseln ganzer Baugruppen vorzunehmen.



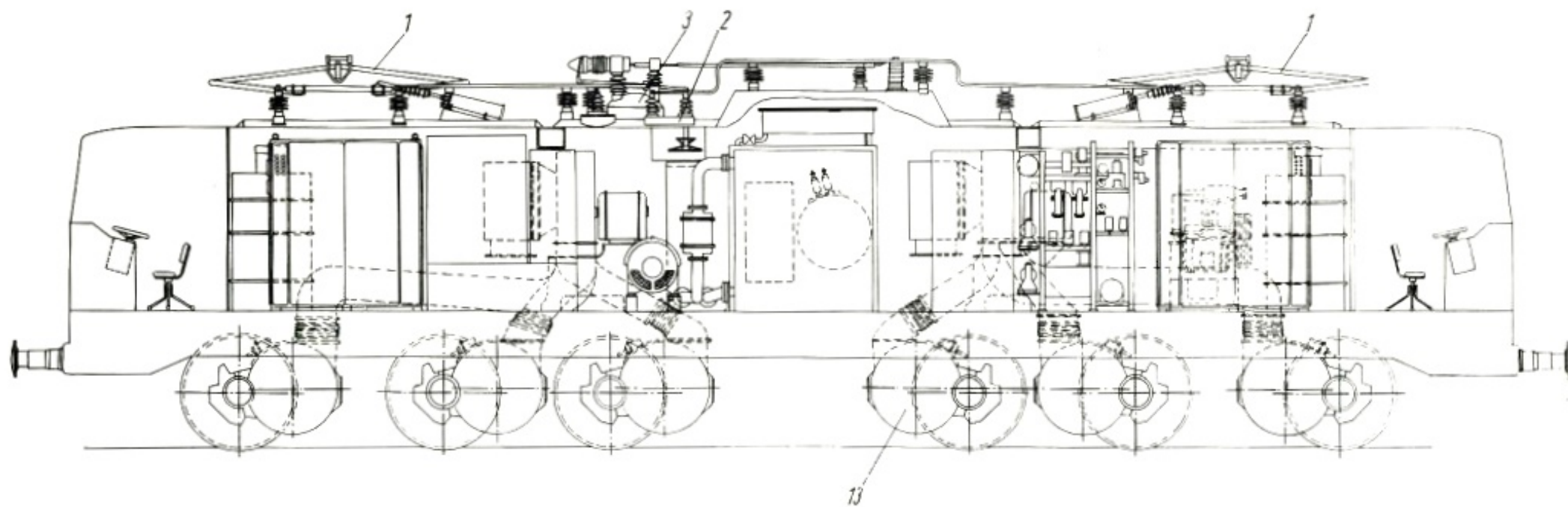
Kompressor-Aggregat





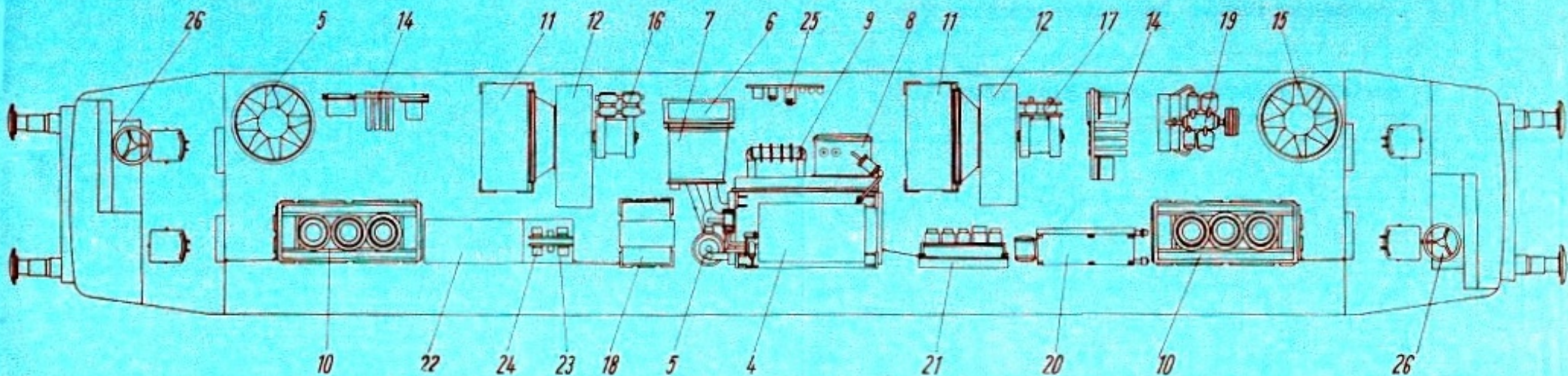
**GERÄTEANORDNUNG**

1. Stromabnehmer
2. Dachtrennschalter
3. Lokomotiv-Hauptschalter
13. Fahrmotor





- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 4. Haupttransformator           | 20. Druckluftgeräteegeüst    |
| 5. Ölpumpe                      | 21. Hilfsbetriebschützegeüst |
| 6. Transformator-Ölkühler       | 22. Ladegeät                 |
| 7. Transformator-Ölkühlerlüfter | 23. Batterie                 |
| 8. Hochspannungsschaltwerk      | 24. Relaisafel               |
| 9. Lastschalter                 | 25. Steuerstromgeätteegeüst  |
| 10. Traktionsgleichrichter      | 26. Fahrschalter             |
| 11. Glättungsdrossel            |                              |
| 12. Fahrmotor-Lüfter            |                              |
| 14. Hauptschützegeüst           |                              |
| 15. Bremswiderstand             |                              |
| 16. Magnetverstärker            |                              |
| 17. Zwischentransformator       |                              |
| 18. Arnoumformer                |                              |
| 19. Kompressoraggregat          |                              |





# SCHALTUNG DER HAUPTKREISE



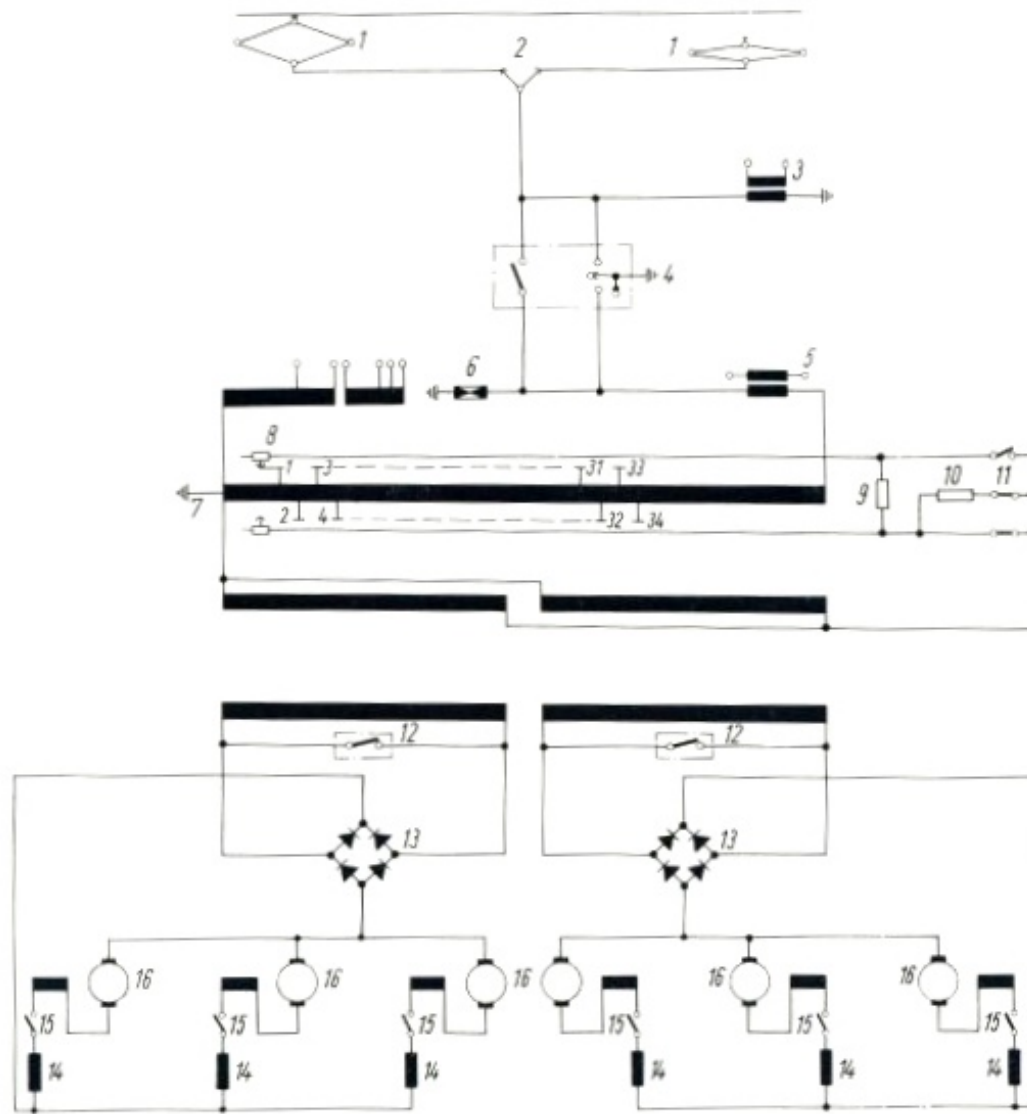
VEREINFACHTE DARSTELLUNG DER FAHRKREISE

**Fahrkreis** Im Bild ist die Fahrerschaltung der Lokomotive vereinfacht dargestellt worden. Der auf der Hochspannungsseite regelbare Haupttransformator (7) ist mit den Stromabnehmern (1) über einen Durchführungsstromwandler (5), den Lokomotiv-Hauptschalter (4) und dem Dachtrennschalter (2) verbunden. An die Dachleitung sind weiterhin ein Überspannungsableiter (6) und der Überspannungswandler (3) angeschlossen. Das Hochspannungsschaltwerk (8) ermöglicht im Zusammenwirken mit dem Überschaltwiderstand (10) und den Lastschaltern (11) ein feinstufiges Anfahren der Lokomotive in allen Belastungsfällen. Der Widerstand (9) dient der Überspannungsdämpfung beim Schalten der Lastschalter.

Unter Berücksichtigung einer hohen Kurzschlussstromfestigkeit des Gleichrichters und um den Gesamtaufwand am Gleichrichter (13) möglichst klein zu halten, wurde von einer ausgeprägten Blockschaltung der Fahrmotorkreise abgesehen, den beiden sekundären Gleichrichter-Transformatorwicklungen wurden daher jeweils ein Gleichrichter zugeordnet.

Die Motortrennschütze (15) wurden zwischen die Glättungs-drosseln (14) und die Fahrmotoren (16) geschaltete um sie gleichzeitig zum Aufbau der Bremskreise verwenden zu können. Für die drei Fahrmotoren eines Drehgestells wurde ein Fahr-Brems-Richtungswender, der druckluftbetätigt ist, vorgesehen. Da die Fahrmotorkreise erdfrei aufgebaut wurden, konnte auf eine Nullstellung am Fahr-Brems-Richtungswender verzichtet und dieses Gerät somit einfacher aufgebaut werden.

Für die Abtrennung defekter Fahrmotoren genügt daher einzig die Abschaltung der Motortrennschütze. Die Motorkreise erdfrei aufzubauen, war durch die Anwendung der Halbleitergleichrichter möglich. Damit wird



1. Stromabnehmer
2. Dachtrennschalter
3. Überspannungswandler
4. Hauptschalter mit Erdungsschalter
5. Oberstromwandler
6. Überspannungsableiter
7. Haupttransformator
8. Hochspannungsschaltwerk
9. Dämpfungswiderstand
10. Überschaltwiderstand
11. Lastschalter
12. Kurzschließer
13. Traktionsgleichrichter
14. Glättungs-drossel
15. Motortrennschütz
16. Fahrmotor



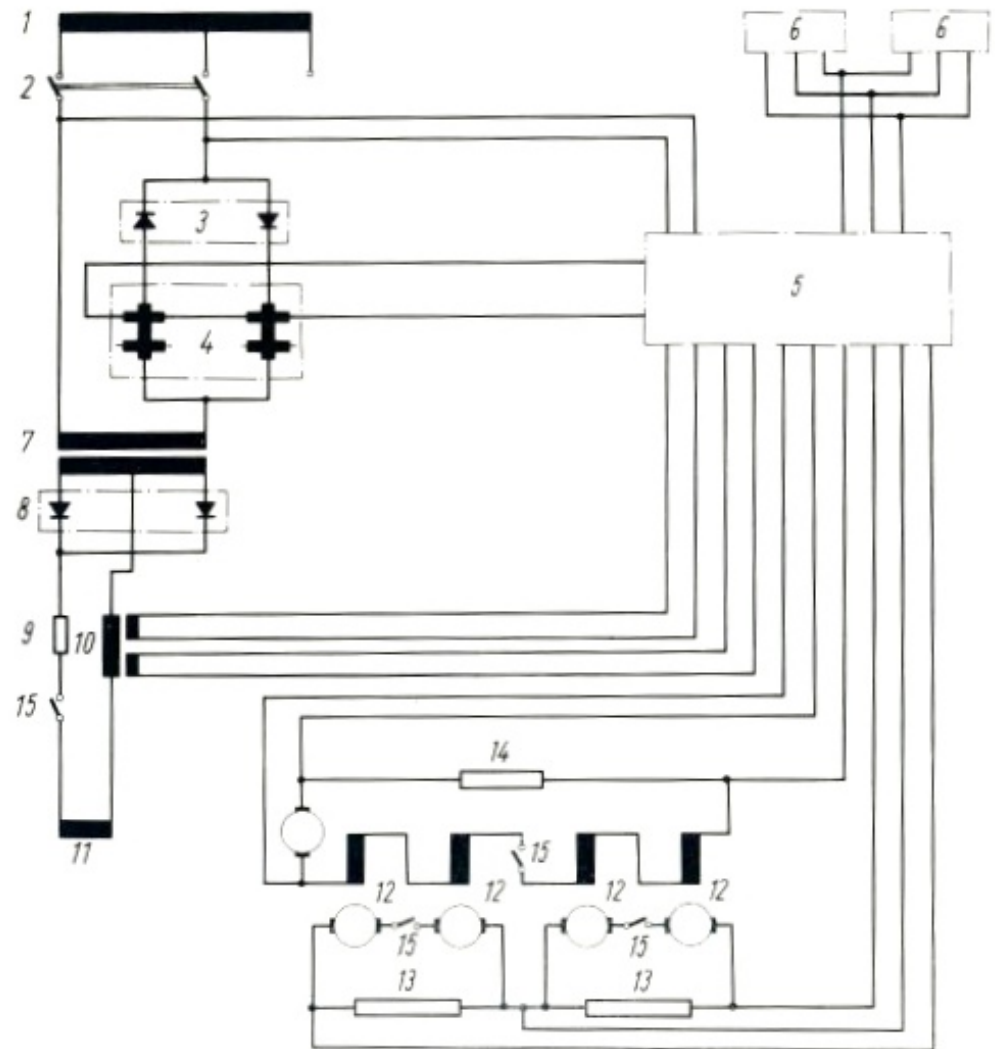
verhindert, daß sich ein Erdschluß als Kurzschluß auswirkt. Mit einem einfachen Erdschluß bleibt die Lokomotive also weiterhin betriebsfähig, ihre Betriebsfähigkeit ist vor allem gegenüber Lokomotiven mit Niederspannungssteuerung beträchtlich gestiegen. Die auftretenden einfachen Erdschlüsse werden durch geeignete Mittel erfaßt und dem Lokomotivführer durch eine Meldelampe signalisiert. Nach Beendigung der Fahrt kann der Schaden dann behoben werden.

**Bremskreis** Die vereinfachte Darstellung des Bremskreises ist dem Bild zu entnehmen. Die Vorteile der gewählten Schaltung liegen in ihrem einfachen Aufbau und in der Möglichkeit, die Erregerleistung klein zu halten, da nur eine Maschine über den Magnetverstärker fremderregt wird. Die Bremsschaltung wird durch die Fahr-Brems-Richtungswender in Verbindung mit den Motortrennschützen, von denen vier Stück in die insgesamt vier bei elektrischer Bremsung vorhandenen Kreise einbezogen werden, aufgebaut. Die Schütze schließen nach Aufbau der Bremsschaltung die Bremskreise. Beim Umschalten von Bremsen auf Fahren schalten die Schütze zuerst, um zu verhindern, daß die Kontakte des Fahr-Brems-Richtungswenders Restströme, die aufgrund der Remanenz bei abgeschalteter Brems-erregung noch fließen können, abschalten.

Jeweils zwei Anker der als Bremsgeneratoren (12) betriebenen Fahrmotoren werden in Reihe geschaltet und arbeiten auf einen Bremswiderstand (13). Die Felder dieser vier Maschinen werden insgesamt in Reihe geschaltet und vom Anker des als Erregergenerator (11) laufenden Fahrmotors fremderregt. Den Feldern ist ein Widerstand (14) vorgeschaltet worden, um den Erregergrad des Erregergenerators auch bei hohen Lokomotiv-

**VEREINFACHTE  
DARSTELLUNG  
DER BREMSKREISE**

1. Hilfsbetriebewicklung des Haupttransformators
2. Brems-erregerschütz
3. Sättigungsgleichrichter
4. Magnetverstärker-Endstufendrosseln
5. Magnetverstärker-Vorstufe
6. Sollwertgeber
7. Zwischentransformator
8. Erregergleichrichter
9. Stabilisierungswiderstand
10. Gleichstromwandler
11. Erregergenerator
12. Bremsgenerator
13. Bremswiderstand
14. Feld-Vorwiderstand
15. Motortrennschütz





# SCHALTUNG DER HAUPTKREISE



Geschwindigkeiten auf einen Mindestwert zu begrenzen. Da in diesem Widerstand ein großer Teil der elektrischen Energie des Erregergenerators in Wärme umgesetzt wird, trägt auch diese Maschine zur Gesamtbremskraft der Lokomotive bei. Der 6. Motor läuft beim elektrischen Bremsen leer mit.

Die für die Erregung des Erregergenerators benötigte Energie wird der Hilfsbetriebwicklung (1) des Haupttransformators entnommen. Der den Erregergleichrichtern (8) nachgeschaltete niederohmige Widerstand (9) dient der Stabilisierung des Generatorbetriebes bei hohen Lokomotiv-Geschwindigkeiten.

Die Einstellung der Erregerstromgröße erfolgt mittels des Fahrshalterhandrades, an das der Sollwertgeber (6) angebaut ist. Die Steuerung der Endstufendrosseln (4) erfolgt entsprechend dem Ergebnis des Soll-Istwert-Vergleiches. Der Istwert wird dem Gleichstromwandler (10) entnommen. Die Abgriffe über dem Anker des Erregergenerators und über dem Feld-Vorwiderstand dienen der Stabilisierung der Vorverstärkersteuerung. Eine Überlastung der Bremswiderstände wird durch Bremsstrombegrenzung verhindert. Der Vorverstärker (5) steuert bei Erreichen des maximalen Bremsstromes die Endstufendrosseln zu. Beim elektrischen Bremsen wird die Bremswiderstands- und Fahrmotorlüftung überwacht. Bei Fehlen der Belüftung wird die elektrische Bremse durch das Bremserregerschütz (2) zweipolig abgeschaltet.

**Hilfsbetriebekreise** Die vereinfachte Hilfsbetriebeschaltung wird im Bild dargestellt. Alle Hilfsbetriebe werden aus der speziell für diesen Zweck vorgesehe-

nen Hilfsbetriebwicklung (1) des Haupttransformators mit 380 V bzw. 220 V gespeist. Um, wie bereits erwähnt wurde, einfache und robuste Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren anwenden zu können, wurde die Zwischenschaltung eines Phasenumformers notwendig. Dieser Arno-Umformer (6) wird als Drehstrom-Kurzschlußläufermotor, dessen dritte Phase über einen Widerstand (7) gespeist wird, angelassen. Während des Anlassens ist das Schütz 4 geschlossen, während das Sternpunkt-schütz (5) offen ist. Nach Anlauf des Umformers wird die eine Wicklung durch das Anlaßschütz (4) vom speisenden Netz abgetrennt und danach die Sternpunkt-leitung geschlossen. Nun wird in dieser dritten Wicklung eine Spannung induziert, die gegenüber den Spannungen der anderen beiden Wicklungen phasenverschoben ist und die als dritte Phase der Speisung der Hilfsbetriebmotoren dient. Der gesamte Anlaufvorgang des Arnoumformers läuft selbsttätig ab, nachdem der Befehl dazu mittels eines Kipptasters auf dem Führerstand gegeben wurde.

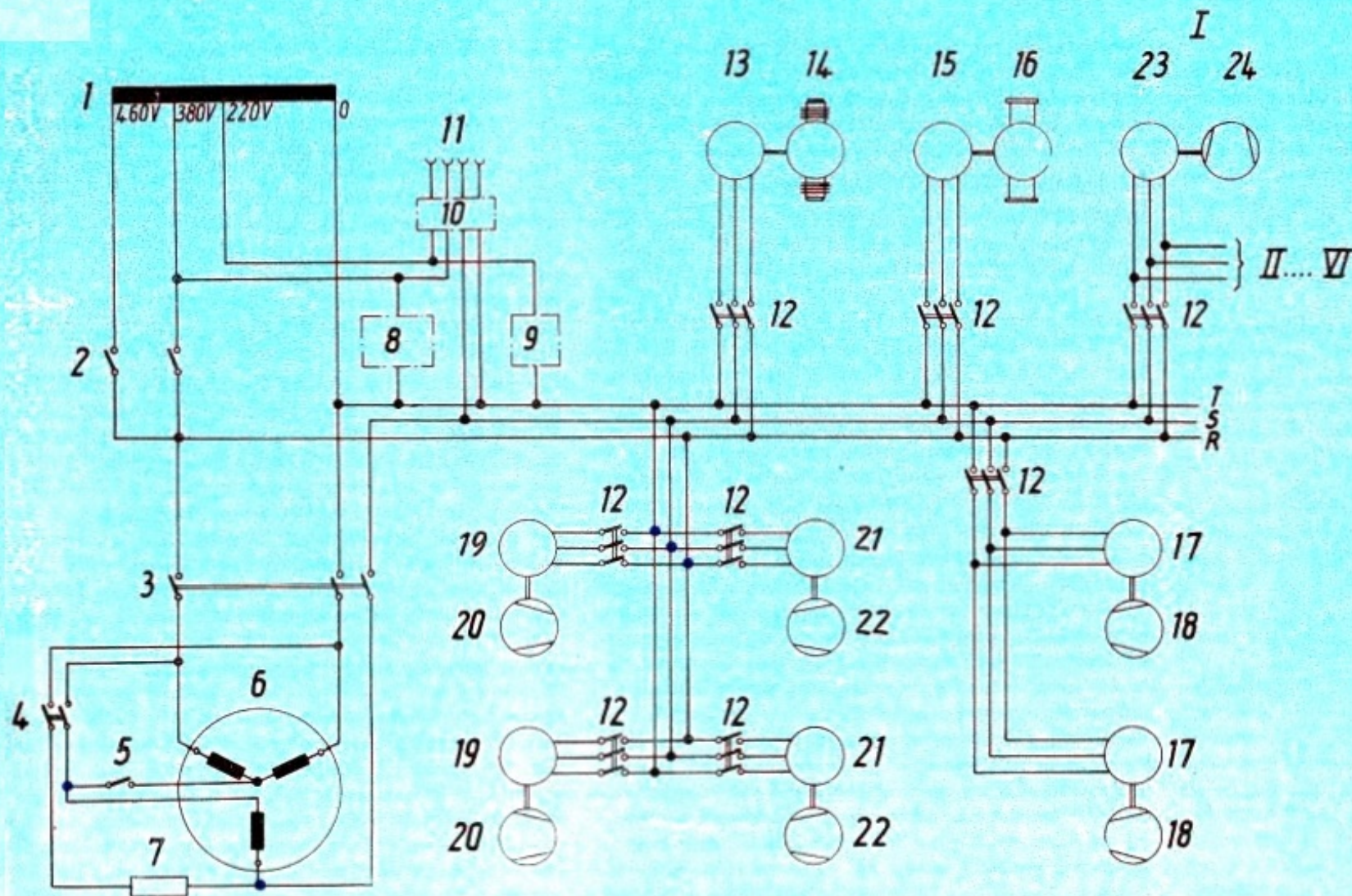
Die leichte Unsymmetrie des durch den Arnoumformer entstehenden Drehstromnetzes wurde bei der Auswahl der Antriebsmotoren für die Hilfsbetriebe berücksichtigt. Auf den bereits von unserem Werk hergestellten 50-Hz-Lokomotiven wurden bislang die besten Erfahrungen mit dieser Anlaßschaltung gemacht. Um die hohe Betriebssicherheit der Drehstrommotoren noch zu verbessern, werden bei Absinken der Spannung um mehr als 15% der Arnoumformer und die ihm nachgeschalteten Motoren auf eine Transformatoranzapfung mit höherer Spannung umgeschaltet.

Die Motoren werden über Einschalt-schütze, Thermo-relais und Sicherungen an das Drehstromnetz angeschlossen. Alle Siliziumgleichrichter-Lüftermotoren und auch die beiden Transformator-kühler-Lüftermotoren werden jeweils durch ein Schütz gleichzeitig geschaltet. Alle anderen Hilfsbetriebmotoren können einzeln eingeschaltet werden. Dem Schutz der hochbelasteten elektrischen Geräte und damit auch der Erhöhung der Betriebssicherheit dienen elektrische Verriegelungen innerhalb der Steuerung. So werden z. B. die Fahrmotorlüfter ab Fahrstufe 3 zwangseingeschaltet. Andererseits werden die entsprechenden Fahrmotorkreise bei Ausfall eines Fahrmotor- oder Gleichrichterlüfters abgeschaltet.

Von der 380-V-Anzapfung der Hilfsbetriebwicklung wird noch weiterhin das Steuerstromversorgungsgerät (8) gespeist, während die Kochplatte und das UKW-Funkgerät neben der Führerstands- (9) und Scheibenheizung an einer Spannung von 220 V liegen.

Über den Schuppenanschluß (10) in Verbindung mit dem Schuppen-Strecke-Schalter können der Lokomotive Spannungen von 380 V und 220 V zugeführt werden. Damit besteht die Möglichkeit, in Werkstätten den Arnoumformer, die Hilfsmaschinen und die Steuerung zu erproben, ohne die Lokomotive insgesamt in Betrieb nehmen zu müssen. Der Möglichkeit, auch in Werkstätten mit geringen elektrischen Anschlußleistungen zumindest die Hilfsmaschinen einzeln prüfen zu können, wurde durch entsprechende Konstruktion des Schuppen-Strecke-Schalters, der die Stellungen „Strecke“, „Schuppen zweiphasig“ und „Schuppen dreiphasig“ hat, entsprochen.

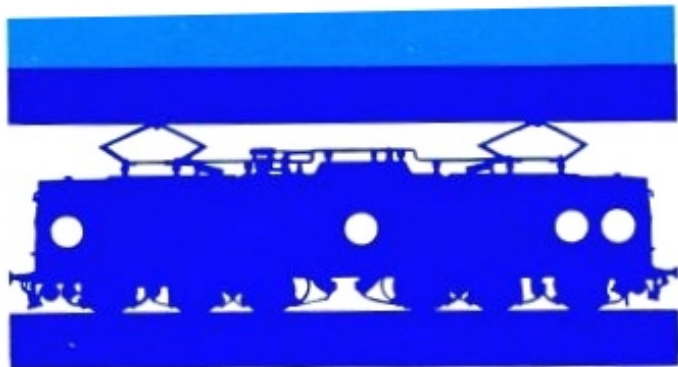




VEREINFACHTE  
DARSTELLUNG  
DER HILFSBETRIEBKREISE

1. Hilfsbetriebwicklung des Haupttransformators
2. Spannungsumschaltschütz
3. Einschalterschütz
4. Anlaufschütz
5. Sternpunktschütz
6. Arnumformer
7. Anlaufwiderstand
8. Steuerstromversorgungsgerät
9. Führerstandsheizung
10. Schuppen-Strecke-Schalter
11. Steckdose für Schuppenanschluß
12. Hilfsbetriebmotorschütz
13. Kompressormotor
14. Hauptkompressor
15. Ölpumpenmotor
16. Ölpumpe
17. Transformatorkühler-Lüftermotor
18. Transformatorkühler-Lüfter
19. Fahrmotorlüftermotor
20. Fahrmotorlüfter
21. Bremswiderstandslüftermotor
22. Bremswiderstandslüfter
23. Gleichrichterlüftermotor
24. Gleichrichterlüfter





### STEUERUNG

Die Übertragung der vom Lokführer gewünschten Fahrstufe zwischen Fahrshalter und Schaltwerk erfolgt im Normalfall in Form einer Nachlaufsteuerung. Das bedeutet, daß jede beliebige, mit dem Fahrshalterhandrad vorgewählte Stufe vom Schaltwerk automatisch angesteuert wird. Ein Fortschaltrelais überwacht dabei während des Anfahrvorganges den Fahrmotorstrom und gibt ein vom Fahrshalter gegebenes „Auf“-Kommando erst frei, wenn die eingestellten Zugkräfte nicht überschritten werden.

Diese Art der Steuerung entbindet den Lokführer während der Anfahrt weitgehend vom Betätigen von Bedienungselementen und ermöglicht seine volle Konzentration auf die Strecken- und Signalverhältnisse. Die Übertragung der Kommandos erfolgt durch Drehmelder am Fahrshalter und Schaltwerk in Verbindung mit einem sogenannten Nachlaufsteuergerät.

Um für extrem schwere Anfahrbedingungen höhere als vom Fortschaltrelais zugelassene Zugkräfte ausüben zu können, kann das Fortschaltrelais durch Kippschalter auf dem Führerpult überbrückt werden. Der Lokführer erhält dadurch die Möglichkeit, durch feinfühliges Aufschalten von Stufe zu Stufe sich den möglichen Reibungszugkräften anzunähern.

Diese von den LEW entwickelte Nachlaufsteuerung gestattet durch geringfügige Ergänzungen eine Umwandlung in eine Auf-Ab-Steuerung unter völliger Umgehung der Drehmelder und des Nachlaufsteuergerätes. Von dieser Ergänzung wurde Gebrauch gemacht und beide Steuerungsarten installiert, um ein Höchstmaß an Betriebssicherheit zu erreichen. Zu diesem Zweck erhielt der Fahrshalter außer den Stufen 0 bis 34 die Stellungen „Ab“, „Fahren“, „Auf“, sowie die Richtungssteuer-

walze die Stellungen FN (Fahren — Nachlaufsteuerung) und FA (Fahren — Auf-Ab-Steuerung). Auf Wunsch des Kunden kann selbstverständlich auch nur die eine oder andere Steuerung installiert werden.

### ZUG- UND LOKOMOTIVHEIZUNG

Wie bereits erwähnt wurde, besitzt der Haupttransformator eine gesonderte Zugheizwicklung. Im Gegensatz zu den bislang bei der Deutschen Reichsbahn gebräuchlichen Heizspannungen von 800 V und 1000 V wurde bei dieser Lokomotive zu Heizspannungen von 1000 V und 3000 V übergegangen. Damit wurde einer Empfehlung der OSSHD (Organisation für die Zusammenarbeit der Eisenbahnverwaltungen aller sozialistischen Länder) nachgekommen. Obgleich diese Lokomotive zur Zeit nur für den Güterzugdienst vorgesehen ist, steht hierdurch einer Verwendung auch im Personenzugdienst nichts im Wege. Die Geräte für die Heizung werden auf einem Hauptschützensgerüst mit angeordnet.

Auf den Führerständen der Lokomotive kommen Raum- und Strahlheizkörper mit einer Leistung von insgesamt 4,2 kW je Führerstand zur Anwendung. Die Raumheizkörper werden an der Führerstandsrückwand aufgestellt, während die Strahlheizkörper an den Seitenwänden und unterhalb des Führerpultes angeordnet werden, das Lokomotivpersonal direkt anstrahlen und damit besonders dem Wohlbehagen des Personals dienen. Die Heizkörper werden mit einer Spannung von 220 V betrieben. Die Leistung reicht aus, um auch in den kältesten Winternächten eine angenehme Raumtemperatur zu schaffen. Eine gute Sicht selbst bei größtem Frost sichern die ebenfalls mit 220 V beheizten Klarsichtscheiben.

### BELEUCHTUNGSEINRICHTUNGEN

Die gesamte Beleuchtungseinrichtung wird aus dem Steuerstromversorgungsgerät bzw. aus der Batterie mit 110 V Gleichspannung gespeist. Die Anordnung der Lokomotiv-Scheinwerfer entspricht dem Signalbild der Deutschen Reichsbahn. Der Dach- und der linke Scheinwerfer haben eine Leistung von 25 W, während der rechte Scheinwerfer mit einer Lampe von 100 W ausgerüstet wird. Um die Sicht des Lokomotiv-Personals entgegenkommender Fahrzeuge nicht zu beeinträchtigen, lassen sich durch Betätigung eines mehrpoligen Kippschalters alle drei Scheinwerfer abblenden.

Die Beleuchtung des Maschinenraumes wurde so angebracht, daß an allen Geräten eine ausreichende Sicht bei Montagearbeiten gewährleistet ist. Sowohl im Maschinenraum als auch auf den Führerständen werden weiterhin Steckdosen angeordnet, die vor allem dem Anschluß von Handleuchten dienen. Neben der normalen Führerstandsbeleuchtung wird je Führerstand ein UV-Strahler zur Beleuchtung der Meßinstrumente angebracht, um bei Nachtfahrten ein blendfreies Ablesen der Instrumente zu ermöglichen.

### MESS- UND SCHUTZEINRICHTUNGEN

Ganz besondere Bedeutung kommt den Meß- und Schutzeinrichtungen zu. Der Lokomotivführer hat auf der einen Seite die Möglichkeit, entsprechend ihm angezeigter Größen seine Aufgaben zu erfüllen, auf der anderen Seite schützen die vorhandenen Schutzgeräte die Lokomotive auf vielfältige Art und Weise vor größeren Schäden für den Fall, daß irgend eine Störung auftritt.



Im einzelnen werden folgende Größen gemessen und auf dem Führerstand angezeigt:

- Fahrdrabtspannung
- Transformator-Primärstrom
- Strom und Zugkraft aller sechs Fahrmotoren
- Batteriespannung
- Batteriestrom
- Zugheizstrom
- Lokomotiv-Geschwindigkeit
- Druck im Hauptluftbehälter
- Druck in den Bremszylindern
- Druck in der Hauptluftleitung

Durch die Anzeige der Fahrmotorenströme erfolgt auch gleichzeitig die Schleuderanzeige, da der Strom des schleudernden Motors absinkt. Während des elektrischen Bremsens zeigen zwei Meßinstrumente die Ströme der beiden Bremskreise an.

Durch auf dem Führerpult angeordnete Meldelampen werden Betriebszustände bzw. Störungen elektrischer Ausrüstungsteile angezeigt. Als Schutzeinrichtungen wurden im einzelnen folgende Geräte eingesetzt. Ein Überspannungsableiter dient vor allem dem Schutz des Transformators gegen atmosphärische und Schaltüberspannungen. Der Transformator ist weiterhin noch gegen Überlastung, Kurzschluß und Erdschluß durch verschiedene Schutzeinrichtungen wie Kontaktthermometer, Buchholzrelais, Ölströmungskontrolle, Überstrom- und Differential-Erdschlußrelais in Verbindung mit dem Lokomotiv-Hauptschalter geschützt. Ein Unterspannungsrelais veranlaßt das Abschalten der Lokomotive, wenn die Fahrdrabtspannung länger als 1,5 s ausbleibt oder wenn die Spannung unter einen bestimmten Wert absinkt.

Die Überlastung der Gleichrichter wird durch Überstromrelais erfaßt, die dann den Impuls für das Abschalten der Motortrennschütze geben. Der Kurzschlußschutz der Gleichrichter wird durch einen Kurzschließer mit einer Gesamtschaltzeit von 2,2 ms garantiert.

Den einzelnen Fahrmotoren vorgeschaltete Überstromrelais schützen in Verbindung mit den Motortrennschützen die Motoren. Bei Überschreiten des zulässigen Anfahrstromes wird der Motor abgeschaltet. Einfache Erdschlüsse in den erdfrei aufgebauten Starkstrom- und Hilfsbetriebskreisen werden mittels Erdschlußrelais erfaßt und dem Lokomotivführer durch Aufleuchten einer Meldelampe zur Kenntnis gebracht.

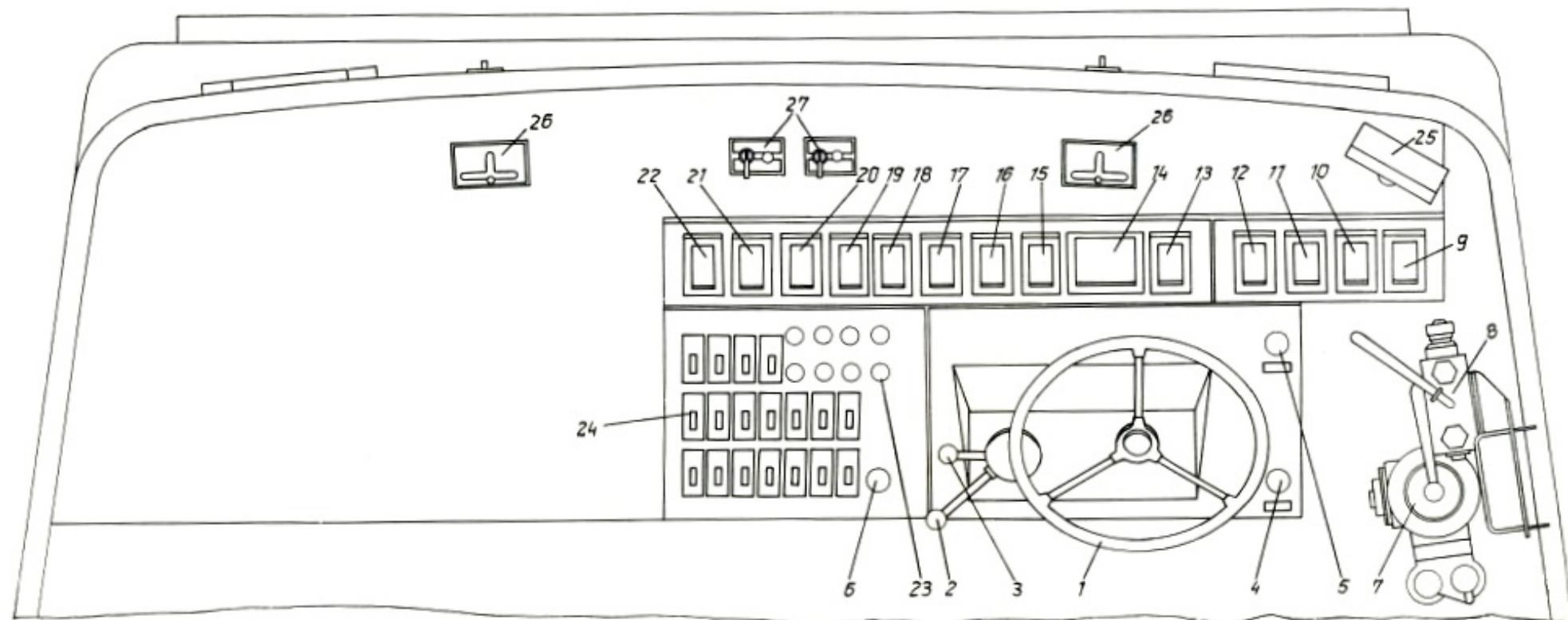
Die Hilfsbetriebemotoren erhalten als Kurzschlußschutz Sicherungen. Den Überstromschutz, und damit auch den Schutz gegen Einphasenlauf übernehmen Thermoelais in Verbindung mit den Einschalterschützen.

Der allgemeinen Betriebssicherheit des gesamten Zuges dient eine Sicherheitsfahrerschaltung (Sifa), die als zeitweg-abhängige Wachsamkeitskontrolle arbeitet. Je Führerstand werden drei an verschiedenen Stellen angeordnete Betätigungstasten und ein Fußpedal vorgesehen. Innerhalb von 60 s muß durch eine der Tasten der Stromkreis einmal geschlossen und wieder geöffnet werden. Wird die Taste innerhalb dieser Zeit bzw. nach Ertönen eines akustischen Signals nicht betätigt, dann wird nach 75 m Fahrweg, vom Beginn des akustischen Signals an gerechnet, eine Zwangs-Schnellbremsung eingeleitet. Das Vorhandensein dieser Einrichtung erlaubt somit, die Einmannbesetzung von Lokomotiven vorzusehen. Bei Störungen kann die Sifa durch den bei der Deutschen Reichsbahn gebräuchlichen Störungsschalter überbrückt werden.

Kurzschließer







**FUHRERPULTANORDNUNG**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. Fahrschalter-Handrad                       | 10. Hauptluftleitungsdruck                    | 19. Fahrmotorstrom und -zugkraft (Motor 2)         |
| 2. Stromabnehmerwahlschalter                  | 11. Bremszylinderdruck (hinteres Drehgestell) | 20. Fahrmotorstrom und -zugkraft (Motor 1)         |
| 3. Steuerwalze für Fahr-Brems-Richtungswender | 12. Bremszylinderdruck (vorderes Drehgestell) | 21. Oberstrom                                      |
| 4. „Trennschütze aus“-Taste                   | 13. Geschwindigkeitsmesser                    | 22. Fahrdrahtspannung                              |
| 5. „Hauptschalter aus“-Taste                  | 14. Stufenanzeige                             | 23. Meldelampen                                    |
| 6. Sifa-Taste                                 | 15. Fahrmotorstrom und -zugkraft (Motor 6)    | 24. Kippschalter für Hilfsbetriebe und Beleuchtung |
| 7. Führerbremsventil                          | 16. Fahrmotorstrom und -zugkraft (Motor 5)    | 25. Fahrplanhalter                                 |
| 8. Zusatz-Bremsventil                         | 17. Fahrmotorstrom und -zugkraft (Motor 4)    | 26. Handbetätigung für Scheibenwischer             |
| 9. Hauptluftbehälterdruck                     | 18. Fahrmotorstrom und -zugkraft (Motor 3)    | 27. Schalter für Scheibenwischer                   |



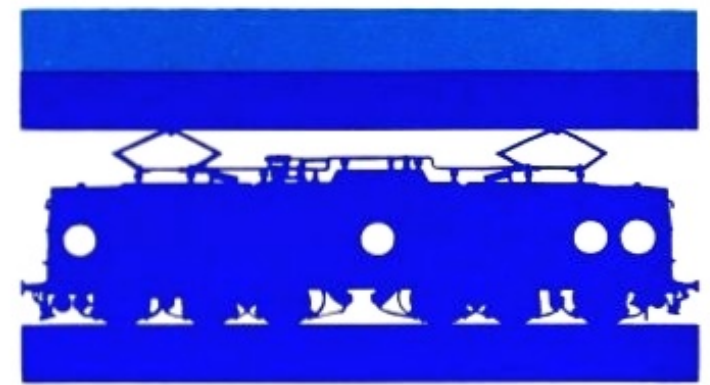
## FÜHRERSTANDAUSRÜSTUNG

Jeder Führerstand enthält alle zur Bedienung der Lokomotive und zur Überwachung des Betriebszustandes erforderlichen Geräte, darüber hinaus sind eine Reihe von Einrichtungen vorhanden, die die persönlichen Bedürfnisse des Lokpersonals berücksichtigen. Die Anordnung der Bedienungs- und Überwachungselemente wurde, bezogen auf den Sitzplatz des Lokführers, sinnföällig gemäß ihrer Bedienungshäufigkeit bzw. Bedeutung vorgenommen. Zweckmäßige Stühle ermöglichen dem Lokpersonal eine ermüdungsfreie Sitzhaltung. Bei der äußeren Gestaltung des Führerstandes haben nicht nur rein technische, sondern auch ästhetische Gesichtspunkte ihren Niederschlag gefunden, so daß ein harmonischer Gesamteindruck vorherrscht.

Die Skizze veranschaulicht die Reihenfolge der einzelnen Meßinstrumente auf dem Führerpult. Vom Standpunkt des Lokführers aus gesehen, liegen hinter dem Führerbremssventil die Druckluftinstrumente, daran schließen sich — im Hauptblickfeld liegend — der Geschwindigkeitsmesser und die 6 Zugkraftmesser an. Es folgen nach links anschließend gemäß ihrer Bedeutung für den Betrieb der Lok Fahrdrahtspannungsmesser und Oberstrommesser.

Im Fahrschalter eingebaut und mit der Fahrsteuerwalze gegen Fehlbedienungen verriegelt, sind Stromabnehmerwahlschalter und die Steuerwalze für den Fahrbremmsrichtungswender. Außerdem enthält der Fahrschalter Tastknöpfe für „Trennschütze aus“ und „Hauptschalter aus“, die damit unmittelbar im Griffbereich des Lokführers liegen, um im Gefahrfall sofort betätigt werden zu können. In Reichweite des Lokführers liegt auch die Bedienungstafel der in jeder Lok installierten

UKW-Sprechfunkeinrichtung. Der Sprechfunk ist in erster Linie zur Verständigung der Lokführer untereinander bestimmt. Die besonderen Betriebsbedingungen erfordern die Beförderung einer Reihe von Zügen mit Zug- und Schublok, so daß durch die Sprechfunkeinrichtung die Betriebssicherheit erhöht und die Betriebsabwicklung beschleunigt wird. Selbstverständlich kann auch eine Verständigung mit den Stellwerken erfolgen. In die Führerhausrückwand wurden Instrumente und Schalter eingebaut, die nicht ständig beobachtet bzw. bedient zu werden brauchen. Es handelt sich um die Batteriestrom- und Spannungsmesser sowie um Schalter für die Wahl der Zugheizspannung, Führerstandsheizung und Innenbeleuchtung der Lok. Geräumige Ablagefächer für Werkzeuge und von den Bahnverwaltungen vorgeschriebenes Zubehör sowie für schriftliche Unterlagen befinden sich im Führerpult. Eine 3stufige Kochplatte und ein Garderobenschrank vervollständigen die Ausrüstung.



## TRAKTIONSPROGRAMM

Die Hauptdaten der hier beschriebenen Lokomotive wurden entsprechend den hohen Anforderungen seitens des Einsatzgebietes der Lokomotive festgelegt. Die Leistungsfähigkeit der Lokomotive wird durch das im Bild wiedergegebene Geschwindigkeit-Zugkraft-Diagramm veranschaulicht.

Die größten Steigungen der sogenannten „Rübelandstrecke“ liegen mit 63 ‰ an der Grenze der mit Haftreibung zu bewältigenden Rampen. Werden die auf diesen Rampen von der Lokomotive beförderten Anhängelasten unter diesem Aspekt betrachtet, dann muß der Lokomotive eine betröchtliche Leistungsfähigkeit bescheinigt werden. Auf der Steigung von 63 ‰ kann ein Zug mit einer Anhängelast von über 300 Mp mit dieser Lokomotive angefahren und auf eine Geschwindigkeit von 40 km/h beschleunigt werden. Der gleiche Zug kann auf bei Hauptstrecken möglichen Steigungen

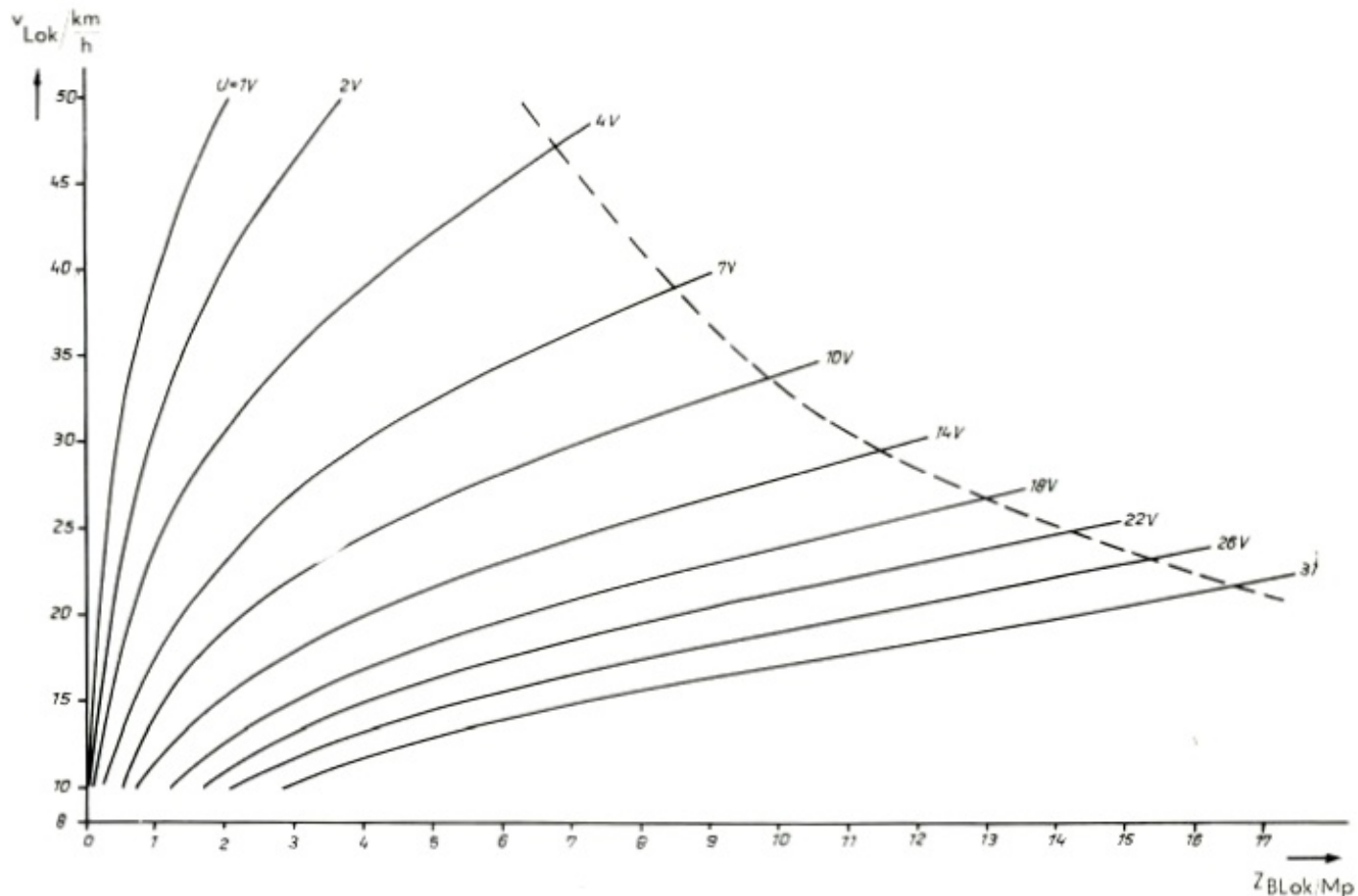


von  $25\text{‰}$  eine Geschwindigkeit von  $60\text{ km/h}$  erreichen. Auf einer ebenen Strecke kann die Lokomotive einen etwa  $1200\text{ Mp}$  schweren Zug mit Lokomotiv-Höchstgeschwindigkeit fahren. Die im Bild gezeigten Fahrstufenkennlinien machen deutlich, daß selbst bei geringen Zuglasten oder bei Leerfahrt der Lokomotive ein äußerst weiches Anfahren möglich ist.

Die Vorteile einer elektrischen Bremse auf einer Lokomotive liegen allgemein in der beträchtlichen Herabminderung des Bremsklotzverschleißes und damit in der Verringerung der Belästigung mit Bremsstaub, weiterhin werden hierdurch Arbeitszeit und Kosten für eine häufige Bremsklotzerneuerung eingespart. Die Vorteile einer elektrischen Bremse kommen besonders beim Einsatz der Lokomotive auf Gebirgsstrecken zur Geltung. Die Bremskennlinien (s. Bild) geben Auskunft über die Bremskraft der Lokomotive. Die einzelnen Kennlinien haben den für Gefällebremsen typischen Verlauf. Bis zu einer bestimmten Zuglast kann talwärts, ohne daß der Lokomotivführer eingreift, mit nahezu konstanter Geschwindigkeit gefahren werden. Wird die Geschwindigkeit, wenn irgend eine Bremsstufe eingestellt ist, zu groß, dann wächst entsprechend der Kennlinie für diese Stufe die Bremskraft an, der Zug wird verzögert. Sinkt die Geschwindigkeit andererseits zu weit ab, so wird auch die Bremskraft geringer und der Zug kann wieder etwas schneller bergab rollen.

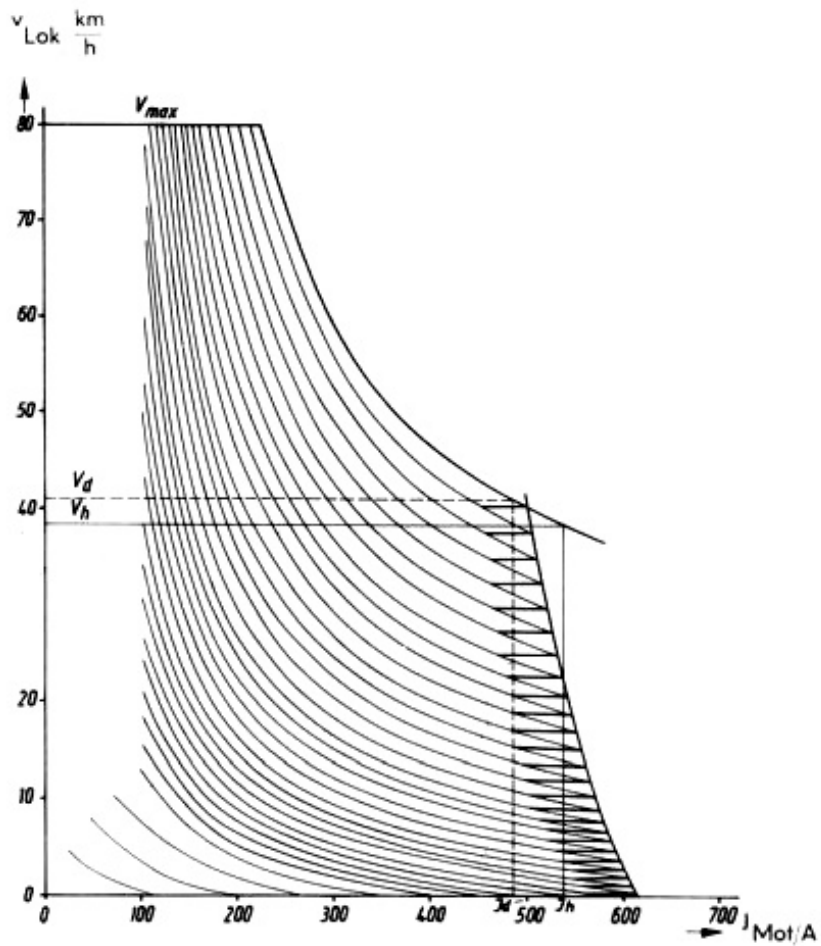
Auf diese Art und Weise können zusätzlich zum Lokomotiv-Gewicht auf einer Neigung von  $63\text{‰}$  ca.  $160\text{ Mp}$  und auf einer Neigung von  $25\text{‰}$  ca.  $750\text{ Mp}$  durch die elektrische Bremse dieser Lokomotive mit einer Geschwindigkeit zwischen  $20\text{ km/h}$  und  $25\text{ km/h}$  in Beharrung gefahren werden.

Bremskennlinien

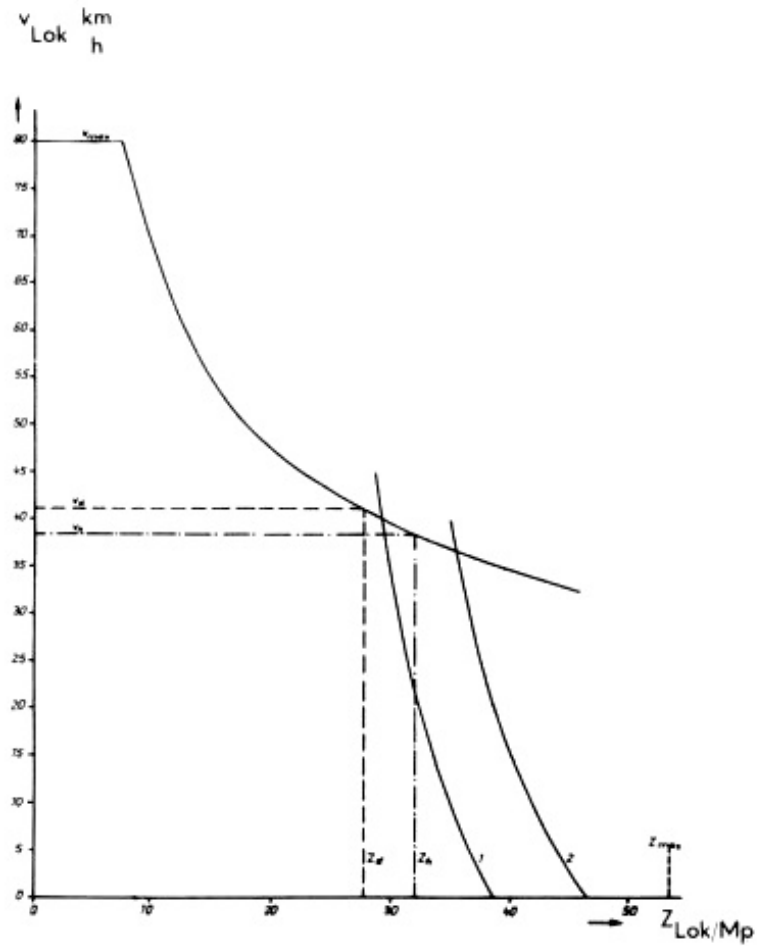




Fahrstufenkennlinien



Geschwindigkeits-Zugkraft-Diagramm





VEB LOKOMOTIVBAU-ELEKTROTECHNISCHE WERKE  
„HANS BEIMLER“



1422 Hennigsdorf

Ruf: Hennigsdorf 851

Telegramme: Elektrolok Hennigsdorf · Fernschreiber: 015 8531

Deutsche Demokratische Republik

Exporteur:



**TRANSPORTMASCHINEN EXPORT-IMPORT**  
DEUTSCHER INNEN- UND AUSSENHANDEL · BERLIN WB/DDR

