

AEG

Karl.

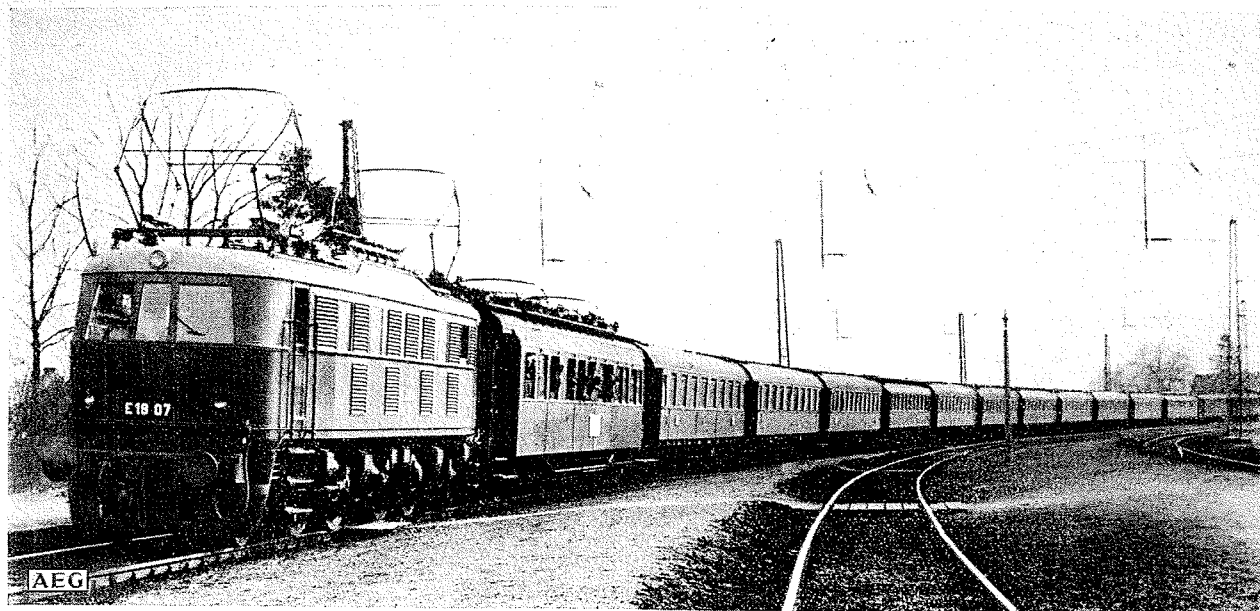
1 Do 1-Reichsbahn- Schnellzuglokomotive Reihe E 18

Von

W. Kleinow, Hennigsdorf

Sonderdruck aus der Zeitschrift „Elektrische Bahnen“
Juniheft 1936

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft



1 Do 1-Reichsbahn-Schnellzuglokomotive Reihe E 18

Von W. Kleinow, Hennigsdorf

Im Augustheft des Jahres 1934 dieser Zeitschrift ist über eine neue elektrische Schnellzuglokomotive berichtet worden, die damals im Bau war. Inzwischen ist eine größere Anzahl solcher Lokomotiven in Betrieb genommen und weitere sind im Bau (im ganzen 29 Stück), so daß es angebracht ist, die zahlreichen Neuerungen, die hierbei zur Ausführung kamen, genauer zu beschreiben.

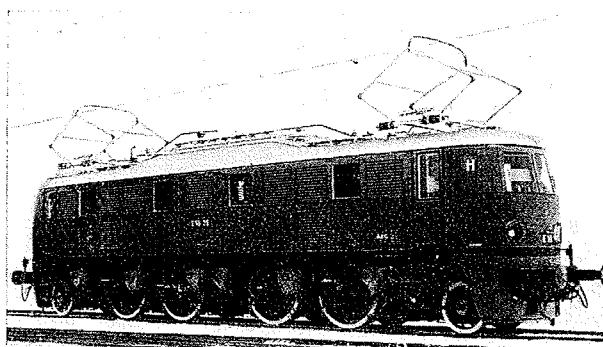


Bild 1. 1 Do 1-Reichsbahn-Schnellzuglokomotive Reihe E 18. Gesamtansicht.

Tabelle

Treibraddurchmesser	1 600 mm
Laufraddurchmesser	1 000 mm
Länge über Puffer	16 920 mm
Gesamtradstand	12 800 mm
Treibradstand	7 200 mm
Größte Breite	3 144 mm
Größte Höhe im Dachscheitel	4 300 mm
Treibachsdruk	20 t
Reibungsgewicht	80 t
Laufachsdruk	14 t
Dienstgewicht	108 t
Planmäßige Höchstgeschwindigkeit	140 km/h
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	150 km/h
Größte Anfahrzugkraft	21 000 kg
Größte Dauerleistung auf letzter Fahrstufe bei 15 kV Fahrdratspannung	3 920 PS
Größte Stundenleistung auf letzter Fahrstufe bei 15 kV Fahrdratspannung	4 220 PS
bei einer Geschwindigkeit von 124 km/h	
Viertelstundenleistung	4 800 PS
bei einer Fahrgeschwindigkeit von 118 km/h	
Zahnradübersetzung	2,794

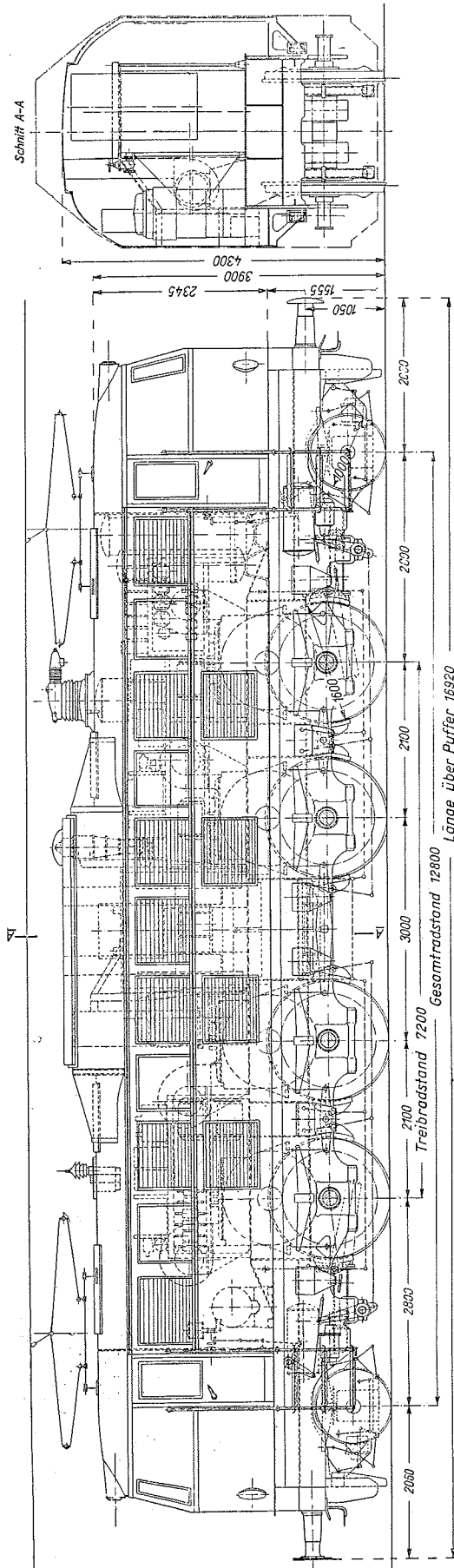
Die Lokomotive, Bilder 1 und 2, besitzt vier einzeln angetriebene Treibachsen und vorn und hinten je eine Laufachse. Sämtliche Achsen der Lokomotive sind beweglich, und zwar können die vier Treibachsen einen Ausschlag von 15 mm aus der Mitte nach jeder Seite ausführen, wobei die mittleren Treibachsen außerdem noch um 10 mm schwächer gedrehte Spurräume besitzen. Die Laufachsen sind mit den benachbarten Treibachsen

in Krauss-Helmholtz-Gestellen gelagert und können nach jeder Seite um 100 mm ausschwenken. Die Lokomotiven sind befähigt, Weichen 1:8 ohne Zwängen zu durchfahren.

Da die Treibachsen zwischen den Rädern von Hohlwellen umgeben sind, kann das Lenkgestell, Bilder 3 und 4, die Achsen nur an den Außenenden erfassen. Es sind daher, wie schon bei den älteren 1 Do 1- und 1 Co 1-Lokomotiven ausgeführt, Kugelpapfen an den Enden der Achsen vorgesehen, welche durch einen kräftigen, aus Flachstahl geschmiedeten Bügel a verbunden sind, der die Räder und Bremsklötze umfaßt, Bild 5. An diesem Bügel ist ein dreieckförmiger Ausleger b angebracht, dessen freie Spitze c unter der Mitte der Treibachse liegt und von dem Ende der Deichsel gesteuert wird. Hierdurch ist also in der Wirkung ein normales Lenkgestell gebildet.

Der Drehzapfen des Lenkgestelles, das 2800 mm Radstand besitzt, liegt um 1150 mm von der Laufachse und 1050 mm von der Treibachse entfernt. Das Lenkgestell ist sehr kräftig ausgeführt, da, wie später beschrieben, die Laufachse stark gebremst wird und die waagerechten Bremskräfte durch den Drehzapfen auf den

Lokomotivrahmen übertragen werden müssen. Das Lager des Drehzapfens d kann sich im Lenkgestellrahmen um 65 mm nach jeder Seite bewegen.



Das ganz als Schweißkonstruktion hergestellte Lenkgestell, Bild 6, wird über der Mitte der Laufachse durch einen kugeligen, mit Gleitpfanne e versehenen Stützzapfen vom Lokomotivrahmen belastet. Die Laufachse kann um 100 mm nach jeder Seite gegen den Lokomotivrahmen ausschwenken. Weitere Bewegungen werden durch gefederte Anschläge am Rahmen verhindert. Das Lenkgestell ist in seiner Höhenlage einstellbar; bei einmal vorgenommener Einstellung bleibt es jedoch gegenüber dem Rahmen in immer der gleichen Entfernung. Die senkrechte Bremskraftreaktion wird durch ein starkes, druckfestes Gehänge, das bei f an die Deichsel angelenkt ist, auf den Lokomotivrahmen übertragen.

Das Lenkgestell ist über Blattfedern und Wickelfedern in den Federgehängen sehr weich gefedert. Die Laufachsen haben Innenlager, die, wie schon bei den 1 Co 1-Lokomotiven, als Peyinghaus-Lager ausgebildet sind. Zur Verringerung der seitlichen Abnutzung an den Bunden sind außer den Oberschalen noch Unterschalen vorhanden, die jedoch die zylindrische Lauffläche der Achsschenkel nicht berühren. Die Treibachslager sind, wie üblich, einfache Peyinghaus-Lager ohne Unterschalen. Die Blattfedern, mit denen der Rahmen sich auf die Treibachslager stützt, sind oberhalb der Lager angeordnet. Alle Federn einer Längsseite sind durch Ausgleichhebel miteinander verbunden, so daß der Rahmen in vier Punkten gestützt ist. Da die Entfernung der Federn in der Querrichtung 2260 mm, also etwa doppelt soviel wie bei Innenlagern, beträgt, steht die Lokomotive sehr fest im Gleis, auch wenn überschüssige Fliehkräfte bei schnellem Durchfahren von Krümmungen vorhanden sind. Da auch der Schwerpunkt der gefederten Masse nur 1820 mm über SO liegt, kann ein starkes Wanken um eine waagerechte Längsachse nicht auftreten. Die gleiche Belastung der Räder an der führenden Laufachse ist durch die kugelige Stütze über der Mitte der Laufachse sichergestellt; eine Entgleisungsgefahr ist also unbedingt vermieden.

Die Lenkgestelle besitzen Rückstellfedern an der Laufachse und am Drehgestellzapfen.

Im Augustheft des Jahres 1934 war bereits ausgeführt, daß elektrische Lokomotiven mit langem Radstand, wie die E 18, am hinteren Führerstand in der Geraden zuweilen unruhig laufen und seitliche waagerechte Bewegungen ausführen. Diese Erscheinung rührt davon her, daß alle Achsen im Rahmen quer verschiebbar sind und in der Geraden mit Ausnahme der Rückstellkräfte überhaupt keine feste Führung des Rahmens vorhanden ist. Die Rückstellkräfte dürfen am voranlaufenden Drehgestell nicht zu groß sein, denn Zwängungen und Spurkranz-Verschleiß beim

Bild 2. 1 Do 1-Reichsbahn-Schnellzuglokomotive Reihe E 18. Schema.

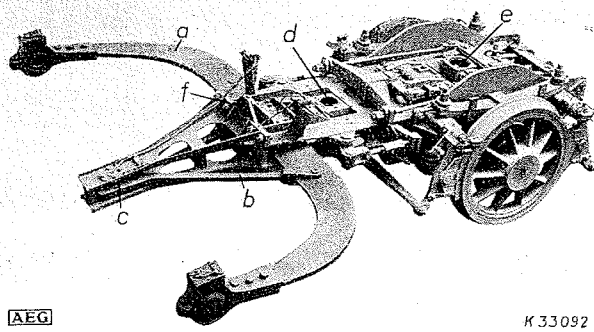


Bild 3. Lenkgestell.

Durchfahren von Krümmungen vermieden werden sollen. Von den elektrischen Lokomotiven wird ferner unbedingt verlangt, daß sie ohne Drehen vor- und rückwärts gleich gut laufen. Hierin unterscheidet sich die elektrische Lokomotive grundsätzlich von der Dampflokomotive mit Schlepptender, die ihre volle Geschwindigkeit nur bei Vorwärtsfahrt zu entwickeln braucht. Außerdem wird bei der Dampflokomotive das hintere Rahmenende mit dem Tender sehr straff gekuppelt. Es sind stets noch Reibungspuffer vorhanden, welche unter dem Einfluß der Kupplungskraft durch keilförmige Reibflächen alle Bewegungen stark dämpfen. Die Kupplung wird bei den Schnellzug-Dampflokomotiven heute mit 21 t vorgespannt.

Alle diese Mittel sind bei der elektrischen Lokomotive nicht anwendbar. Die Kupplung zum Zuge kann durch den Kuppler nur leicht gespannt werden, so daß selbst bei kleinen Zugkräften die Puffer sich nicht berühren. Infolgedessen ist das hintere Lokomotivende sich selbst überlassen. Zur Verbesserung dieses Zustandes wurden drei Mittel versuchsweise angewandt, indem am jeweiligen hinteren Ende

1. die Ausschläge der Lenkachse gegen den Rahmen eingeschränkt wurden,
2. die Rückstellkraft am Stützapfen der rückwärtigen Laufachse verstärkt wurde und
3. die Rückstellkraft am Drehzapfen der rückwärtigen Deichsel verstärkt wurde.

Das erste Mittel erwies sich bei den Versuchen als unwirksam. Obgleich der Ausschlag des Rahmens gegen die Lenkachse auf ± 50 mm eingeschränkt wurde, zeigte der Anschlag niemals die Spur eines Anschlags. Das liegt daran, daß der Rahmen in der Geraden schon

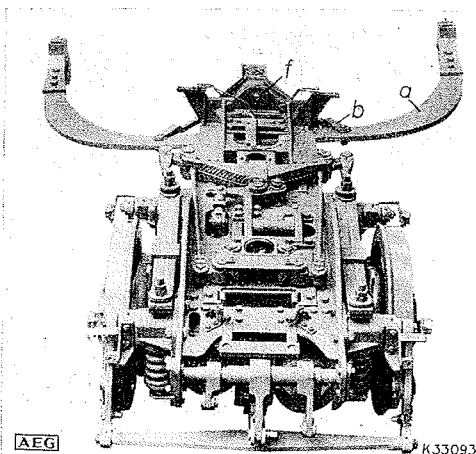


Bild 4. Lenkgestell.

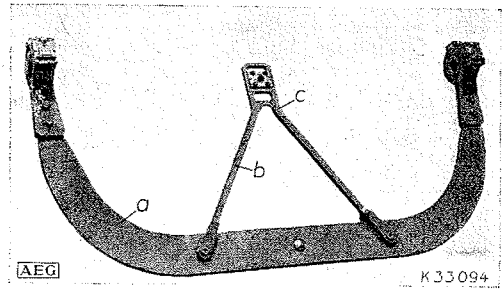


Bild 5. Bügel zum Lenkgestell.

vorher nach einem Ausschlag von ± 15 mm an der hinteren Treibachse abgefangen wird. Aber auch in Krümmungen war niemals ein Anschlagen zu beobachten, so daß selbst der eingeschränkte Ausschlag der Lenkachse am rückwärtigen Ende der Lokomotive noch nicht in Anspruch genommen wurde. Diese Einrichtung wurde daher wieder beseitigt.

Dagegen haben die Verstärkungen der Rückstellkräfte am hinteren Lenkgestell sich als wirksam erwiesen, und zwar ganz besonders am Drehzapfen des Lenkgestells, weniger an der Laufachse. Niemals mehr, selbst an Stellen mit recht schlechter Gleislage, konnte beobachtet werden, daß das hintere Ende des Lokomotivrahmens bei seinen Querbewegungen durch das Spiel an der hinteren Treibachse begrenzt wurde. Obgleich nach den Versuchen also die Verstärkung der Rückstellkraft am Drehzapfen des hinteren Lenkgestells genügt hätte, wurde vorläufig doch noch eine Verstärkung der Rückstellkraft auch an der Laufachse beibehalten.

Die Ausführung ist aus den Bildern 3 und 4 zu ersehen. Die Blattfedern für die Rückstellkräfte wirken über kleine Winkelhebel auf die Lager des Drehzapfens bzw. des Stützapfens. Die Abmessungen der Winkelhebel sind so gewählt, daß während des Ausschlags praktisch eine Veränderung der Rückstellkraft am Lager nicht eintritt, so daß die gewünschte Rückstellkraft bereits in der Mittellage in voller Stärke vorhanden ist.

Bild 4 läßt die Anordnung für den Stützapfen des Lenkgestells erkennen, da alle Teile oberhalb des Lenkgestells angeordnet sind. Die Verstärkung der Rückstellkraft wird dadurch erreicht, daß durch einen im Lenkgestell angeordneten Druckluftzylinder mit Hilfe eines Gestänges der Federbund der Rückstellfeder verschoben wird. Der Luftzylinder wird durch einen vom Richtungswender selbsttätig gesteuerten Hahn mit Druckluft versorgt, wenn er sich in der Fahrtrichtung hinten befindet. In seiner Endlage dichtet der Kolben selbst ab.

Die gleiche Einrichtung ist getroffen, um die Rückstellkraft am Drehzapfen zu verstärken. Sie befindet

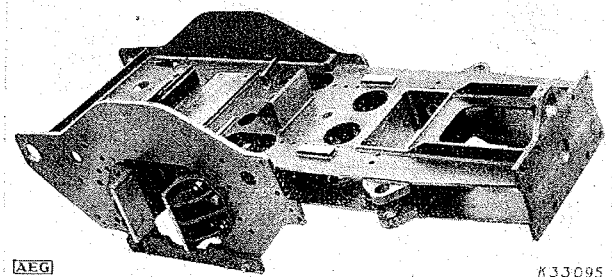


Bild 6. Geschweißter Lenkgestellrahmen.

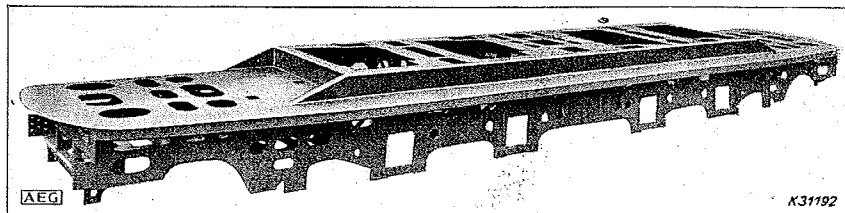


Bild 7. Geschweißter Lokomotivrahmen.

sich jedoch unter der Deckplatte der Deichsel, wie aus Bild 3 zu erkennen ist.

Die gesamte Einrichtung kann noch durch einen von Hand einstellbaren Hahn beliebig ab- oder angestellt werden. In der Stellung „Schnellfahrt“ sind die Luftzylinder des jeweils nachlaufenden Lenkgestells eingeschaltet. In der Stellung „Rangierfahrt“ sind alle Zylinder abgestellt und mit der freien Luft verbunden.

Der Lokomotivrahmen ist bis zum Trittbloch und einschließlich desselben als Schweißkonstruktion hergestellt, Bild 7. Die Rahmenbleche sind 26 mm, die Bleche für die Querverbindungen 10 und 12 mm stark. Das Gewicht des fertiggeschweißten Rahmens, wie ihn Bild 7 zeigt, ist 12 500 kg. Bei der Konstruktion wurde auf ein sehr geringes Gewicht hin gearbeitet, weil die später beschriebene wirkungsvolle Bremse sehr viel Gewicht erforderte, das am Rahmen eingespart werden mußte. Der Rahmen ist bereits in dieser Zeitschrift¹⁾ eingehend beschrieben worden. Aus den dieser Veröffentlichung beigegebenen Bildern ist die ungewöhnlich leichte Bauart sehr gut zu erkennen.

Die vier Fahrmotoren ruhen auf Böcken, die an Rahmenquerverbindungen angeschraubt sind. Zur Entlastung der Befestigungsschrauben gegen waagerechte Zugkräfte beim Anfahren, Bremsen oder Gegenfahren gegen den Zug dienen Keilstücke. Die Motoren werden nach unten ausgebaut, nachdem zuvor die Böcke entfernt sind.

Die Motoren besitzen doppelseitige Zahnräder ohne Federung. Jedes Ritzel arbeitet auf ein dazugehöriges schräg verzahntes Zahnrad der Hohlwelle. Das Drehmoment wird von der Hohlwelle auf die Treibräder durch in Töpfen gelagerte Federn übertragen, wie bereits bei der 1 Co 1-Schnellzuglokomotive ausgeführt²⁾. Bild 8 läßt einen Motor über der Endtreibachse gut erkennen. Die Treibachsen der 1 Do 1-Lokomotive stimmen mit denen der 1 Co 1-Lokomotive bis auf die Zahnräder völlig überein. Dieselbe Bauart kann auch noch bis 200 km/h Fahrgeschwindigkeit angewandt werden.

Der Fahrmotor ist mit dem der 1 Co 1-Lokomotive übereinstimmend. Lediglich die Kühlung der Wendepolwicklung, welche vormem durch ihre Temperatur die Dauer- und Stundenleistung begrenzt hatte, ist verbessert worden. Der Fahrmotor EKB 860 ist im übrigen bereits in dieser Zeitschrift³⁾ eingehend behandelt worden.

Die sich hiernach ergebende Leistung der Lokomotive ist aus Bild 9 zu ersehen. In dieser Abbildung sind die Dauerleistung nach den Erwärmungsvorschriften REB (85° Erwärmung für Wicklungen Klasse B und Kommutator), die Stundenleistung nach den gleichen Regeln, jedoch mit der für die Dauerleistung vorgesehenen Erwärmung,

und schließlich die Anfahrleistung eingetragen. Die sich aus der Anfahrleistung ergebenden Zugkräfte sind ebenfalls eingezeichnet. Diese Zugkraftwerte sind auf der Skala des Geschwindigkeitsmessers verzeichnet. Der Lokomotivführer darf die Lokomotive innerhalb dieser Grenze anstrengen. Bei den zahlreichen Versuchsfahrten sind zwar häufig erheblich höhere Leistungen angewandt worden; da aber bei der

Anfahrleistung schon leicht Schleudern eintritt, soll der Führer die angegebenen Werte im normalen Betrieb nicht überschreiten.

Die in der rechten oberen Ecke des Bildes ersichtbare Kennlinie gibt die Leistung an, welche auf der letzten Fahrstufe erreicht wird, wenn die Fahrdradt-Spannung 15 kV beträgt. Der Spannungsabfall im Umspanner und in der Steuerung ist dabei berücksichtigt.

Auf den Rahmen ist der Wagenkasten aufgeschraubt, Bild 10, der aus einem Formeisengerippe besteht, auf das die Bekleidungsbleche von 2 mm Stärke aufgenietet sind. Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig hohe Betriebsgeschwindigkeit von 140 km/h ist er, abweichend von der bisherigen Bauart, in Stromlinienform hergestellt. Der Grundriß der Führerräume ist halb elliptisch, und zwar liegt die große Achse der Ellipse quer zum Gleis. Die Seitenwände gehen im Anschluß an die scharfe Krümmung der Ellipse allmählich in die Seitenwände des Maschinenraumes zu voller Breite über. In den schrägen Seitenwänden liegen die Seitentüren zum Führerraum. Eine schärfere Zuspitzung ist bei elektrischen Lokomotiven, die regelmäßig sowohl vorwärts wie rückwärts fahren, nicht möglich. Ein bei schärferer Zuspitzung erreichbarer Gewinn am vorderen Ende würde am rückwärtigen Ende wieder verlorengehen, weil die seitlich abfließenden Luftmassen erneut auf die Vorderfläche des ersten Wagens stoßen würden.

Bis zur Fensterhöhe sind die Begrenzungsflächen des Führerraumes senkrecht gestellt. Die Vorderfläche oberhalb der Fenster ist dagegen nach rückwärts geneigt und geht ohne Absatz in das heruntergezogene Dach über, das eine Kugelkalotte bildet. Die schrägen Vorderwände sind dabei in Schraubenflächen an die senkrechten Seitenwände herangeführt. In der Vorderfront sind zwei große Fenster für den Führer und den

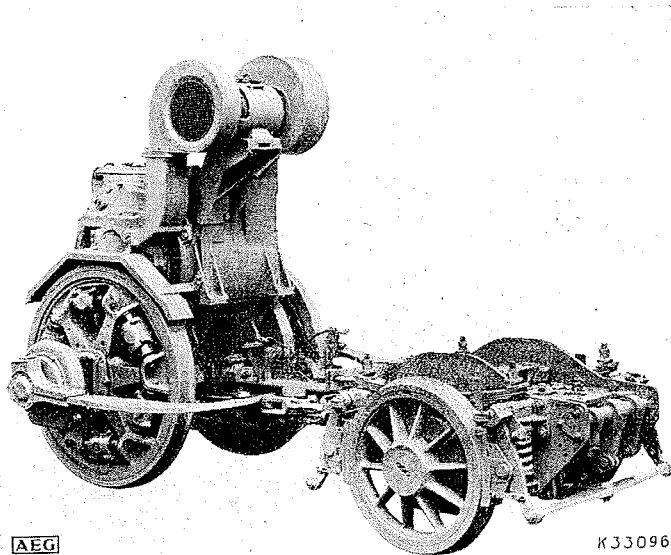


Bild 8. Lenkgestell mit Fahrmotor.

¹⁾ Geschweißter Rahmen der elektrischen Schnellzuglokomotive 1 Do 1 für 140 km/h Geschwindigkeit. Von Walter Kienscherper, Hennigsdorf, El. Bahnen, Oktober 1934.

²⁾ Elektrische 1 Co 1-Reichsbahn-Schnellzuglokomotive mit Einzelachs-antrieb Bauart AEG. Von Walter Kleinow, Hennigsdorf, Elektr. Bahnen, Juli 1933.

³⁾ Der Schnellzug-Motor EKB 860 der AEG. Von Hermle, Berlin. Elektr. Bahnen 1934, Seite 193.

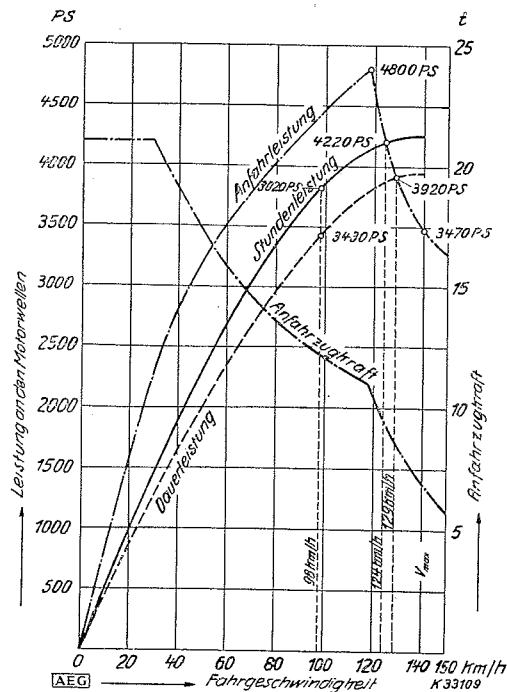


Bild 9. Leistungsschaubild der 1 Do 1-Schnellzuglokomotive E 18.

Begleiter sowie ein schmaleres Mittelfenster angeordnet, Bild 11. Der so gebildete Führerraum ist sehr hell und geräumig.

Unterhalb des Trittblesches ist das Führerhausblech mit gleicher Grundrißform weiter bis dicht über SO geführt. Die so gebildete Schürze ist bis an die Stufenleiter zu den Führerhaustüren geführt. Von einer weitergehenden Verkleidung der Seitenflächen unterhalb des Trittblesches ist abgesehen, um die Zugänglichkeit zu den Achsen und Antrieben, den Achslagern, Federn und Sandkästen nicht zu erschweren. Die Schürzen werden durch den gleichen Anstrich wie das Führerhaus selbst als ein Teil desselben gekennzeichnet, aus dem nur die glatten Pufferbohlen herausragen, die durch schwarzen Anstrich als ein Teil des Rahmens gekennzeichnet sind.

In der Mitte des Daches ist ein Aufbau vorhanden, der sich mit schrägen Flächen vorn und hinten an die Dachhaut anschmiegt. Das Dach des Aufbaues ist abnehmbar und dient zum Einsetzen des Umspanners und der Steuerungsteile.

Eine Lokomotive, die zur Beförderung von Schnellzügen mit Geschwindigkeiten von 140 km/h und mehr bestimmt ist, mußte natürlich mit einer Bremse ausgerüstet werden, die imstande ist, den Zug auf eine Entfernung von weniger als 1000 m zum Stehen zu bringen, da auf Schnellverkehrslinien zur Zeit der Abstand zwischen Haupt- und Vorsignal 1000 m beträgt. Die Leistung der bisher am häufigsten verwendeten Klotz-

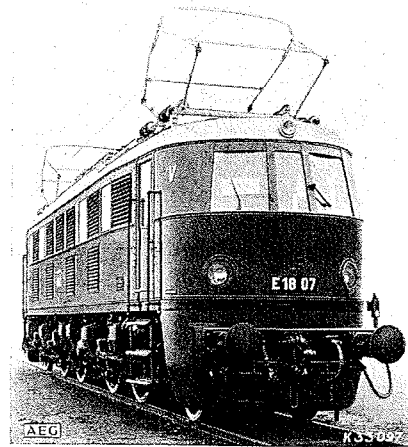


Bild 11. 1 Do 1-Reichsbahn-Schnellzuglokomotive Reihe E 18. Stirnansicht.

bremse, deren Klotzdrücke 80% des ruhenden Gewichts betragen, ist hierzu bei weitem nicht ausreichend. Es bedurfte besonderer Maßnahmen und Bauformen, um kürzere Bremswege zu erzielen.

Durch die grundlegenden Untersuchungen der Reichsbahn-Brems-Versuchsabteilung war festgestellt, daß sich beim Bremsen der Haftwert zwischen Rad und Schiene bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit praktisch nicht ändert und daß man bei trockenem Schienenzustand mit einem Haftwert von rund 0,15 rechnen darf, ohne Gefahr zu laufen, daß die Räder zum Gleiten kommen. Bei ungünstigem Schienenzustand muß durch Sanden an den stark gebremsten Achsen der gleiche Haftwert künstlich erzielt werden. Hiermit sind schon recht kurze Bremswege zu erzielen. Es war aber noch die Aufgabe zu lösen, die Bremse so zu bauen, daß dieser Haftwert möglichst im gesamten Geschwindigkeitsbereich erreicht, jedoch nicht überschritten wird.

Der Reibungswert der gußeisernen Bremsklötze auf den stählernen Reifen beträgt bei hohen Geschwindigkeiten etwa 0,065. Er nimmt aber mit abnehmender Geschwindigkeit erst langsam, dann immer schneller zu. Steigert man die Abbremsung auf höhere Werte als 80% des Achsdruckes, so wird bei einer bestimmten Geschwindigkeit der Haftwert überschritten, wenn nicht vorher eine besondere Vorrichtung die Abbremsung vermindert. Nach den Versuchen und Vorschlägen der Reichsbahn ist die Abbremsung der Lokomotive E 18 an den Treibachsen auf rund 180% des Achsdruckes gesteigert worden, während die jeweils vorauslaufende Laufachse mit 41%, die jeweils nachlaufende Laufachse mit 153% des Achsdruckes abgebremst wird. Es hat sich als ausreichend erwiesen, bei einer Geschwindigkeit von 55 km/h durch einen von der Achse angetriebenen Fliehkraft-Bremsregler die Abbremsung auf die üblichen 80% zu verringern und bis zum Stillstand beizubehalten.

Außer dieser Maßnahme sind noch die Bremsklötze selbst verbessert worden. An den Treibachsen sind 500 mm, an den Laufachsen 450 mm hohe Bremsklötze benutzt worden, die aber geteilt ausgeführt sind. An dem aus Stahl gepreßten Bremsklotzschuh sind zwei auswechselbare Bremsklotzsohlen angebracht, Bild 12. Selbstverständlich sind an allen Rädern beiderseitig Bremsklötze

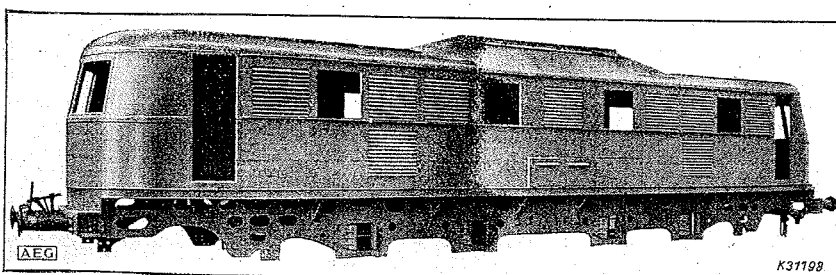


Bild 10. Lokomotivrahmen mit Führerhaus.

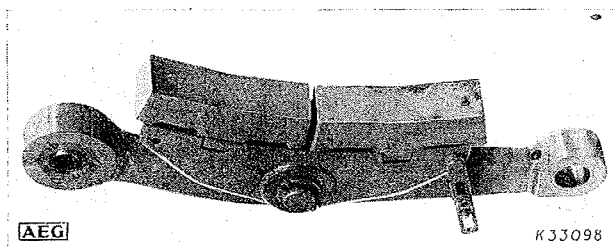


Bild 12. Bremsklotz-Hängeisen mit Bremsklotz-Schuh und zwei Bremsklotz-Sohlen.]

vorgesehen, die annähernd in Höhe der Achsmittle angeordnet sind.

Wie bereits erwähnt, wird die jeweilig vorn laufende Laufachse stets mit nur 41% abgebremst, damit sie in keinem irgendwie denkbaren Fall zum Gleiten kommen kann. Es war also noch eine Vorrichtung nötig, die selbsttätig in Abhängigkeit von der Fahrtrichtung die erforderlichen Umschaltungen vornimmt.

Um kürzere Bremswege zu erzielen, muß man ferner danach streben, den Druck in den Bremszylindern möglichst schnell auf seinen Höchstwert zu bringen. Da bei den schweren Fahrzeugen große und viele Bremszylinder zu füllen, also große Luftmengen zu bewegen sind, genügen zur Steuerung nicht mehr die üblichen Steuerventile mit den in ihren Schiebern vorgesehenen Bohrungen. Man hat vielmehr zwischen Steuerventil und Bremszylinder Druckübersetzer-Ventile geschaltet, die unmittelbar mit dem höheren Druck der Hauptluftbehälter gespeist werden. Dadurch erhält man zugleich kleinere Bremszylinder. Diese Druckübersetzer-Ventile werden auch zur Abminderung der hohen Abbremsung auf die geringere benutzt. Es sind in den Druckübersetzern zwei hintereinander geschaltete Kolben angeordnet, von denen der eine durch den erwähnten Fliehkraftregler unwirksam gemacht werden kann.

Der Fliehkraftregler wird von einer Treibachse angetrieben. Seine Schwunggewichte, die durch eine Feder zusammengehalten werden, betätigen ein Ventil, das Druckluft in die Druckübersetzer überströmen läßt.

Die Bremsanordnung besteht aus drei Einheiten: einer Treibradbremse und den beiden Laufradbremsen, die gemeinsam durch das Führerbremsventil betätigt werden. Alle drei Einheiten werden durch ein Steuerventil Hiks gesteuert.

Die Treibradbremse ist in Bild 13 schematisch dargestellt. Das Bremsgestänge ist sehr einfach gehalten,

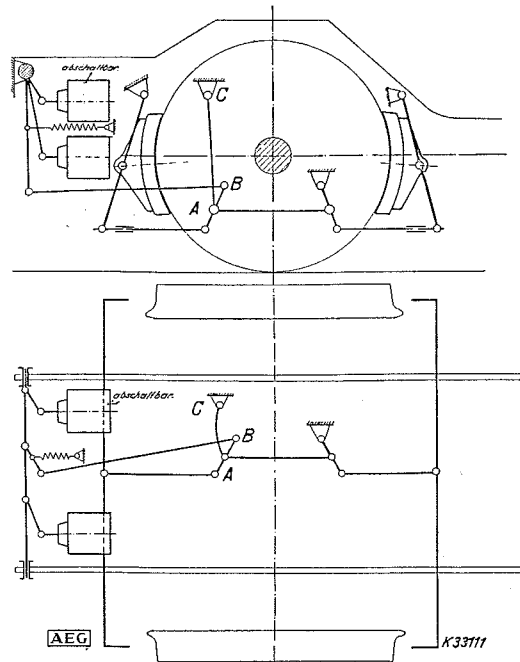


Bild 14. Schema des Laufrad-Bremsgestänges.

Umkehrhebel sind vermieden. Je zwei Bremsklötze benachbarter Treibachsen werden durch einen Bremszylinder angepreßt. Es sind infolgedessen acht Bremszylinder nötig. Das Bremsgestänge hat einen vorzüglichen Gestänge-Wirkungsgrad von 96%. Es ist leicht nachstellbar und auch von verhältnismäßig geringem Gewicht, zumal ausschließlich hochwertiger Stahl für die Fertigung benutzt worden ist. Die Zugstangen, Bremsbalken und Ausgleichhebel liegen für die vorderen und hinteren Klötze je in einer besonderen Ebene. Die Zylinder werden bei Vollbremsung mit Luft von 8 atü beaufschlagt, wobei eine Abbremsung von 180% erreicht wird. Unterhalb von 55 km/h wird der Luftdruck auf 3,4 atü ermäßigt, wodurch die Abbremsung auf 72% des Reibungsgewichtes zurückgeht.

Die Laufradbremse ist schematisch in Bild 14 dargestellt. Auf die Bremswelle wirken zwei gleich große Bremszylinder, jedoch an verschiedenen langen Hebeln. Von der Mitte der Bremswelle werden beide Bremsklötze jeder Seite mittels Ausgleichgestänges betätigt. Der Wirkungsgrad des Gestänges ist durch die doppelten Umkehrhebel auf 88 bis 90% beschränkt. Werden beide Zylinder wiederum mit Druckluft von 8 atü beauf-

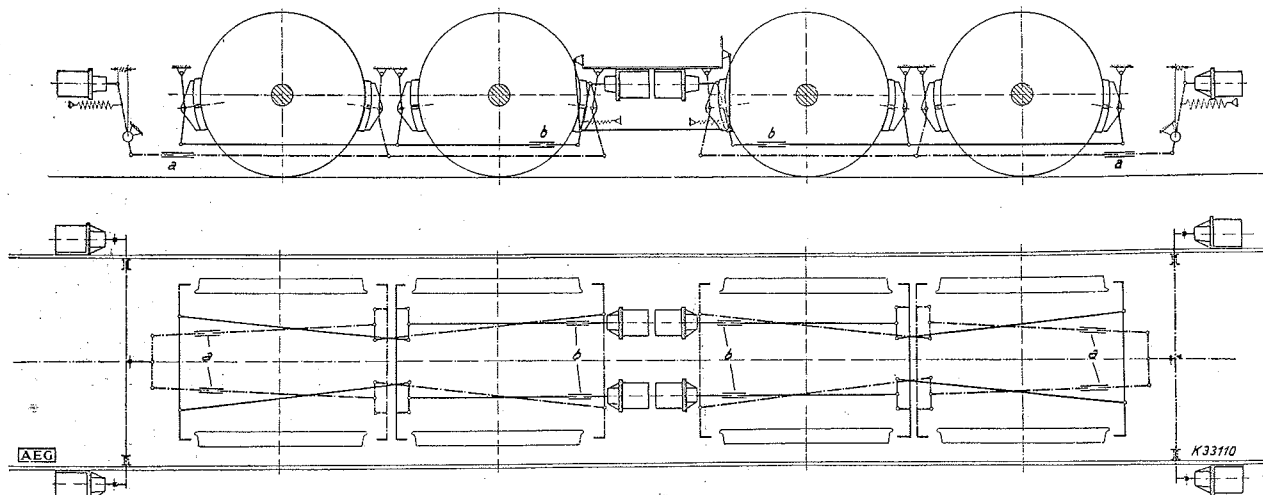


Bild 13. Schema des Treibrad-Bremsgestänges.

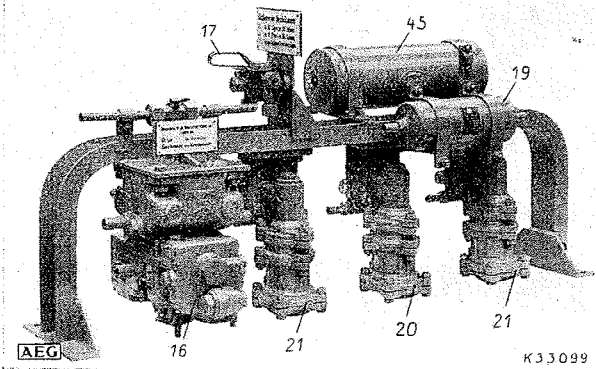


Bild 16. Anordnung der Steuerapparate für die Luftbremse.

schlägt, so ergibt sich eine Abbremsung von 153% des ruhenden Achsdruckes. Unterhalb 55 km/h wird der Luftdruck auf 3,4 atü vermindert, wodurch die Abbremsung auf 63% des ruhenden Laufachsdruckes zurückgeht.

An der vorderen Laufachse wird stets nur ein Zylinder mit 3,4 atü Luftdruck versorgt, wobei 41% des ruhenden Achsdruckes abgebremst werden.

Arbeiten alle drei Bremsen zusammen, was die Regel ist, so beträgt die Gesamtabbremsung 158%, unterhalb 55 km/h 66% des Lokomotivgewichts.

Für die Treibachsen ist ein Zusatz-Bremsventil mit zwei Stellungen vorgesehen. In Stellung I des Drehschiebers werden mit 4 atü Zylinderdruck 86% des Reibungsgewichtes bzw. 63% des Lokomotivgewichtes und bei Stellung II und 8 atü Bremszylinderdruck 180% des Reibungsgewichtes bzw. 132% des Lokomotivgewichtes abgebremst.

Für die Hand-Spindelbremsen befindet sich an der Rückwand eines jeden Führerstandes ein Handrad mit umlegbarem Handgriff. Die Hand-Spindelbremse wirkt auf das Gestänge der benachbarten beiden Treibachsen und bremst diese einseitig ab. Bei einer Kraft von 50 kg am Handrad können 55% des ruhenden Achsdruckes der beiden Treibachsen oder 20% des Lokomotivgewichtes abgebremst werden.

An Hand des Schemas für die Druckluft-Bremse, Bild 15 (farbige Tafel), soll nun die Wirkungsweise der gesamten Bremse näher erläutert werden.

Alle unter Hauptbehälterdruck stehenden Leitungen sind blau dargestellt.

Die Motor-Luftpumpe 1 fördert bei der Lokomotive E 18 Druckluft von 8,5 bis 10 atü in die beiden Haupt-Luftbehälter 7 und die beiden Vorrats-Luftbehälter 27. Die letzteren speisen die beiden Druckübersetzer-Ventile 21 für die vordere und die hintere Laufachse. Jeder Vorrats-Luftbehälter versorgt eine Laufradbremse und wird über eine Düse 28 gespeist, damit beim Platzen eines Schlauches 26 zu den Bremszylindern der Laufachsen nur eine Bremse ausfällt und nicht übermäßig viel Luft aus den Haupt-Luftbehältern verloren geht, bis der Schaden bemerkt und behoben ist.

Durch die Führer-Bremsventile 8 wird in üblicher Weise die Haupt-Bremsleitung mit Luft von 5 atü versorgt. Alle mit der Haupt-Bremsleitung in Verbindung stehenden Teile sind violett gezeichnet. An diese Hauptleitung ist auch das Steuerventil 16 angeschlossen, das noch mit Hilfsbehälter 19 (B-Kammer) und dem Vorrats-Luftbehälter R (45) in Verbindung steht. Von dem Steuerventil gelangt Luft (gelb gezeichnet) durch Anschluß 2 zu dem Umstellhahn 17, der im Maschinenraum leicht zugänglich angeordnet ist und drei Stellungen, für „SS“- „S“- und „P“-Bremsung, besitzt.

Soll eine Bremsung ausgeführt werden, so wird in der üblichen Weise durch Auslassen von Luft aus dem Ausgleichbehälter 10 am Führer-Bremsventil der Luftdruck in der Haupt-Bremsleitung vermindert. Dadurch angeregt, läßt das Steuerventil 16 eine entsprechende Luftmenge durch die gelbe Leitung in den Vorsteuerbehälter 18 überströmen. Der Weg zu diesem Behälter geht über den Umstellhahn 17 und ist in den drei Stellungen mehr oder weniger gedrosselt. Bei „SS“-Stellung ist der Übergangsquerschnitt sehr groß, bei „S“ etwas, bei „P“ stärker gedrosselt.

Aus dem Vorsteuerbehälter strömt nun Luft unter die unteren und mittleren Kolben der drei Druckübersetzer, sodaß die Kolbensätze in die Höhe gehen und das in dem Kopf befindliche Ventil anheben. Am Druckübersetzer-Ventil 20 für die Treibachsen strömt nunmehr Luft aus den Haupt-Luftbehältern 7 durch das geöffnete Ventil unter den oberen Kolben und von hier über das Doppel-Rückschlagventil 46 zu den Bremszylindern. Die mit Bremsluft gefüllten Leitungen sind grün gezeichnet. Dadurch, daß nunmehr der Druck in den Bremszylindern und über dem oberen Membrankolben des Druckübersetzers ansteigt, wird allmählich der Kolbensatz wieder nach unten bewegt. Das Ventil für die Bremsluft schließt und die angeregte Bremsstufe ist zu Ende. Das Spiel kann fortgesetzt werden, bis der höchste Ausgleichsdruck im Vorsteuerbehälter 18 erreicht ist. Dann besitzt der Druck in den Bremszylindern 8 atü. Das Druckübersetzer-Ventil besitzt nun noch eine Kammer über dem unteren Membrankolben, die vom Fliehkraftregler entweder mit Druckluft gefüllt oder mit der freien Luft in Verbindung gebracht wird. Die Regelleitung des Fliehkraftreglers ist braun gezeichnet. Bei Geschwindigkeiten über 55 km/h ist das Ventil am Kopf des Fliehkraftreglers geschlossen. Die von den Schwunggewichten entgegen der Federkraft abwärts gezogene hohle Kolbenstange stellt über den Umstellhahn 17 in dessen „SS“- und „S“-Stellungen eine Verbindung zwischen vorgenannter Kammer und der freien Luft her. Infolgedessen wirken auf den unteren Membrankolben keine abwärts gerichteten Kräfte und die Bremsungen können bis zu dem höchsten Druck von 8 atü vorgenommen werden. Ist dagegen die Geschwindigkeit unter 55 km/h gesunken, so schließt der von der Feder des Fliehkraftreglers gesteuerte Kolben die Verbindung mit der freien Luft ab, hebt das am oberen Kopf des Reglerventils befindliche Ventil an und läßt Druckluft auf dem bereits beschriebenen Wege über den unteren Membrankolben des Druckübersetzer-Ventils strömen. Dadurch wird dieser Membrankolben abwärts gedrückt, löst sich von dem oberen Kolbensatz und wird für die Bremswirkung unwirksam. Der mittlere Membrankolben wird noch aufwärts gedrückt. Er ist aber kleiner als der untere und

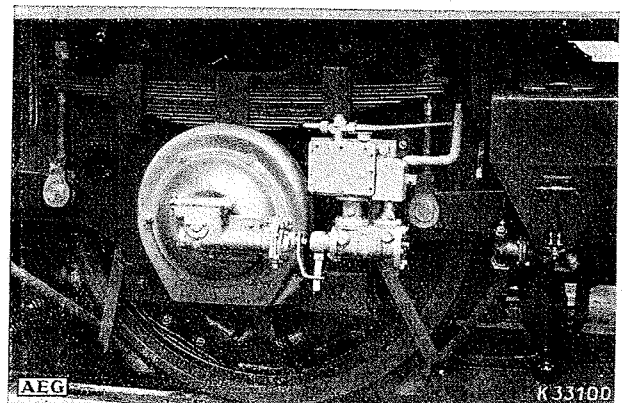


Bild 17. Antrieb des Fliehkraftreglers von einer Treibachse.

der Bremsdruck kann jetzt nur noch auf 3,4 atü ansteigen.

In „P“-Stellung des Umstellhahns 17 ist die Verbindung zum Fliehkraftregler geschlossen. Durch die Anschlüsse 4—3 kommt Druckluft aus den Hauptbehältern über den unteren Membrankolben. Infolgedessen können jetzt überhaupt nur die ermäßigten Bremsungen ausgelöst werden.

Die Arbeit des Fliehkraftreglers wird durch eine Kontrollvorrichtung überwacht. Bei Stillstand der Lokomotive oder bei Geschwindigkeiten unter 55 km/h herrscht Druck unter dem Kolben eines Druckluftschützes. Seine Kontakte unterbrechen den Strom einer Kontrolllampe, sodaß diese also nicht aufleuchtet. Steigt die Geschwindigkeit über 55 km/h, so verschwindet der Druck unter dem Kolben des Druckluftschützes. Die Kontakte werden geschlossen und die Kontrolllampe leuchtet auf. Das Aufleuchten der Lampe bei Geschwindigkeiten über 55 km/h gibt also dem Lokomotivführer die Gewißheit, daß der Fliehkraftregler und sein Antrieb in Ordnung sind. Damit nun die Kontrolllampe nicht bei abgestellter Lokomotive und Mangel an Druckluft unnötig brennt, ist der Stromkreis über die Fahrtrichtungs-Walzen der Fahrshalter geführt. Die Kontakte sind nur in der Vorwärts- oder Rückwärtsstellung der Fahrtrichtungs-Walze geschlossen, in der Mittelstellung dagegen unterbrochen.

Die Wirkungsweise der Druckübersetzer-Ventile für die beiden Laufachsen ist genau die gleiche wie die vorbeschriebene für die Treibachsen. Zwischen Druckübersetzer und Luftzylinder ist aber noch ein Umstellventil 22 geschaltet, das vom Richtungswender gesteuert wird und daher für Vorwärts- bzw. Rückwärtsfahrt eine andere Stellung besitzt.

Ist der Richtungswender für Vorwärtsfahrt eingestellt, so gelangt die Bremsluft in dem hinteren Lenkgestell (links gezeichnet) auch zu dem abschaltbaren Bremszylinder, während an der vorderen Laufachse der abschaltbare Zylinder über Anschluß 4 mit der freien Luft verbunden ist.

Die Wirkung des Fliehkraftreglers ist an der hinteren Laufachse durch die Anschlüsse 1—8 des Umstellventils 22 hergestellt. Für die vordere Laufachse ist durch die Verbindung 7—6 der untere Membrankolben des zugehörigen Druckübersetzers unwirksam gemacht. Es können für die vordere Laufachse nur die geringen Drücke hergestellt und somit nur ganz schwache Bremsungen ausgeübt werden.

Bei Fahrtrichtungs-Wechsel wird das Umstellventil 22 selbsttätig in die andere Lage gebracht, wodurch auch die Bremswirkungen an der vorderen und hinteren Laufachse vertauscht werden.

Durch das Führerbremsventil 8 sowie durch die Auslöseventile 11 können Treibradbremse und Laufradbremsen von jedem Führerstand aus entlüftet werden. Zur vollständigen Entleerung der Bremse wird der Auslösezug am Steuerventil 16 betätigt.

Mit der geschilderten Bremsausrüstung kann die Lokomotive E 18 auch Güterzüge mit „G“-Bremsung befördern. Dabei ist ein Hahn am Steuerventil in „G“-Stellung, der Umstellhahn 17 in „P“-Stellung zu bringen, worauf die erforderlichen langen Zeiten für den Anstieg des Bremszylinderdruckes erreicht werden.

Bild 16 zeigt die Anordnung des Steuerventils 16 mit Hilfs-Luftbehälter 19 und Vorrats-Luftbehälter R (45), des von Hand einstellbaren Umstellhahns 17 und der drei Druckübersetzerventile 20 und 21 in einem Gerüst vereinigt. Die Verbindungsleitungen sind so kurz wie möglich gehalten, um eine starke Durchschlagkraft zu erzielen.

Bild 17 zeigt noch den Antrieb des Fliehkraftreglers von der Treibachse aus über Zahnräder, einen elastischen Zungenantrieb und eine Rutschkupplung.

Die Untersuchungen an der ersten fertigen Lokomotive haben ergeben, daß sich bei „SS“-Bremsung aus 150 km/h ein Bremsweg von 950 m als Mittel vieler Versuche ergibt. Bei keiner Bremsung und bei keinem Wetter ist Schleifen einer Achse eingetreten. Die Bremsungen vollzogen sich vollkommen stoßfrei. Der Übergang von der starken zur schwachen Bremsung war nicht zu bemerken.

Die tatsächlich beobachtete Verzögerung steigt allmählich auf 1,1 m/s², hält sich hier längere Zeit unverändert bis zum Eingreifen des Fliehkraftreglers, bleibt trotz der herabgesetzten Abbremsung noch eine Zeit praktisch unverändert, um unterhalb 30 km/h auf 1,5 m/s² unmittelbar vor dem Stillstand anzusteigen.

Würde die Verzögerung vollkommen gleichförmig mit der Verzögerung p_m vor sich gehen, so wäre

$$p_m = \frac{v^2}{2s} = \left(\frac{150}{3,6}\right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 950} = 0,91 \text{ m/s}^2,$$

während, wenn an allen Achsen ein Haftwert von 0,15 ununterbrochen und gleichförmig in Anspruch genommen würde, eine Verzögerung von 1,5 m/s² erreichbar wäre. Berücksichtigt man, daß die vordere Laufachse nur mit 50% des ruhenden Gewichts abgebremst werden darf, so könnte immer noch ein $p_m = 1,36 \text{ m/s}^2$ erreicht werden, was einen Bremsweg aus 150 km/h von nur 620 m ergeben würde. Die wirklich erreichte Verzögerung beträgt also nur 67% der theoretisch möglichen.

Wenn also die Bremse in jetzigem Zustand auch den Bedürfnissen eines Betriebes für 140 km/h voll entspricht, so ist sie doch von der theoretisch möglichen noch weit entfernt.

Elektrischer Teil

Der Wechselstrom von 15 kV mittlerer Spannung, 16²/₃ Hertz, wird dem Fahrdraht durch Scheren-Stromabnehmer der Leichtbauart für schnellfahrende Fahrzeuge entnommen. Diese Stromabnehmer sind bereits ausführlich beschrieben^{*)}. Die Einrichtungen zum Heben und Senken sowie zum Abschalten der einzelnen Stromabnehmer entsprechen der üblichen Einheitsbauart der Deutschen Reichsbahn.

Hauptschalter.

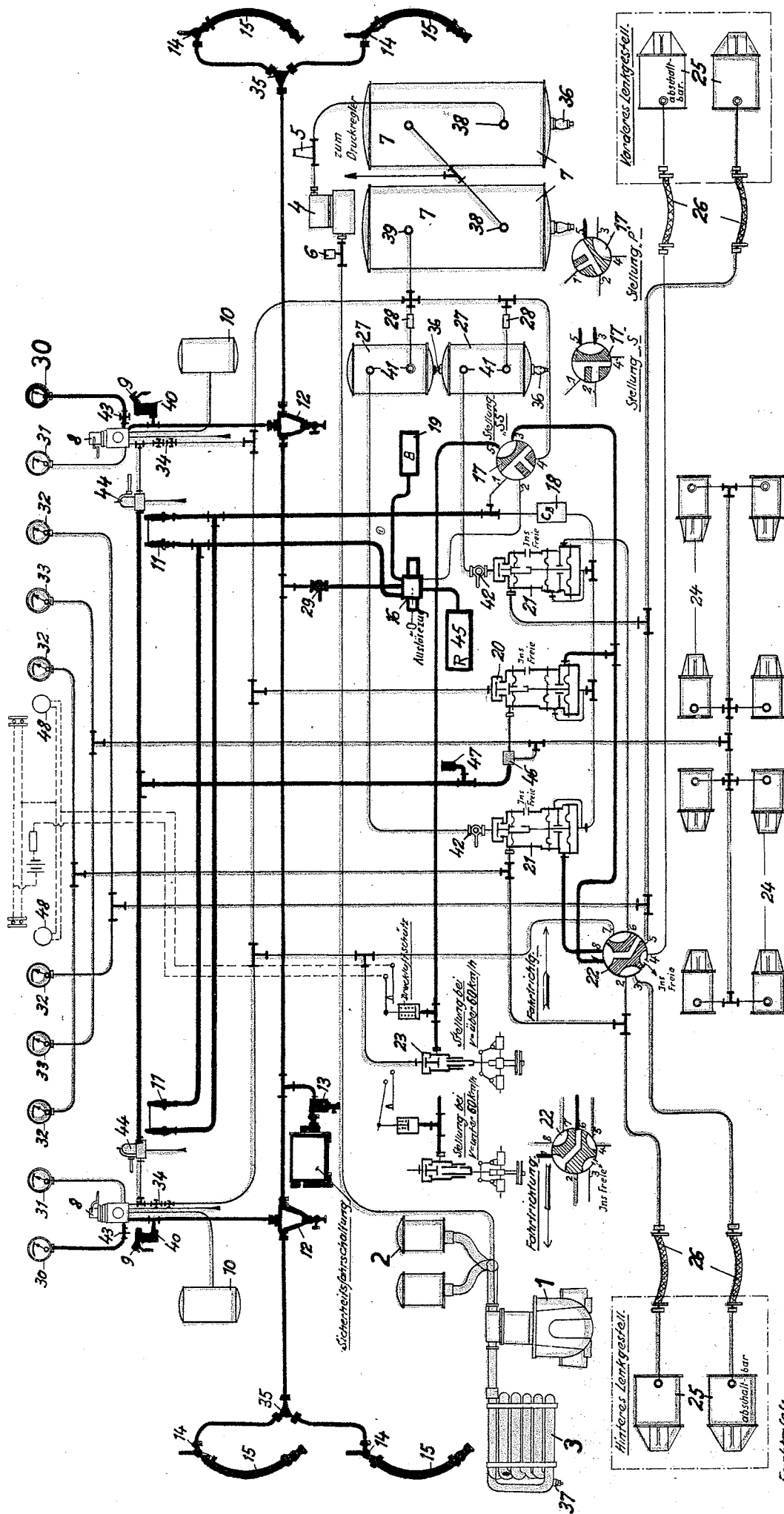
Als Hauptschalter wurde der AEG-Druckgas-Schalter APB 102 verwendet, Bild 18. Der Schalter ist so ausgebildet, daß er in die gleiche Grundplatte eingebaut werden kann wie der bisher übliche Einheits-Ölschalter. Er besteht in der Hauptsache aus dem Hochspannungsteil, der sich über dem Dach der Lokomotive befindet, und dem Druckluftteil, der in das Innere der Lokomotive hineinragt. Beide Teile sind miteinander fest verbunden und werden von oben in das Dach eingebaut.

Der Hochspannungsteil des Schalters enthält die Antriebsmaschine, den Stützisolator, die Kontaktführung mit Kontaktstange und den stromlinienförmig ausgebildeten Schalldämpfer.

Der Druckluftteil des Schalters besteht aus dem Druckluftbehälter von 50 l Inhalt, dem Ein- und Ausschaltventil und den übrigen Steuerapparaten, über die gelegentlich gesondert berichtet werden soll.

Der Schalter wird entweder pneumatisch mittels des Führer-Bügelventils oder von Hand durch Drehen eines kleinen Hebels am Schalter selbst, wiederum durch Druckluft, eingeschaltet.

*) Scheren-Stromabnehmer für schnellfahrende Fahrzeuge. Von E. Sieg, Hennigsdorf. Elektr. Bahnen Augustheft 1934.



Farblegende:

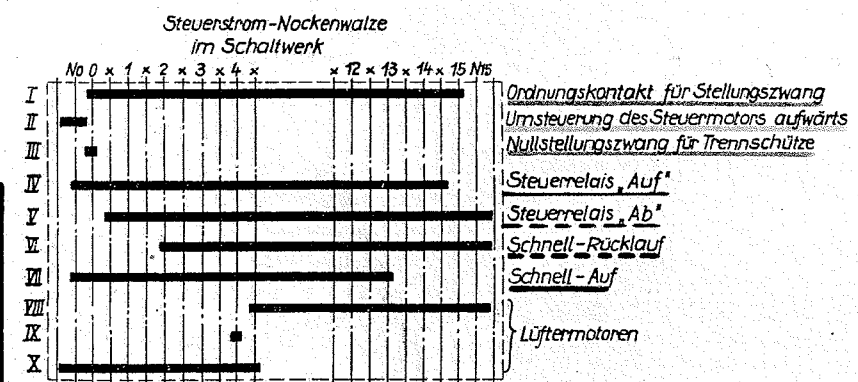
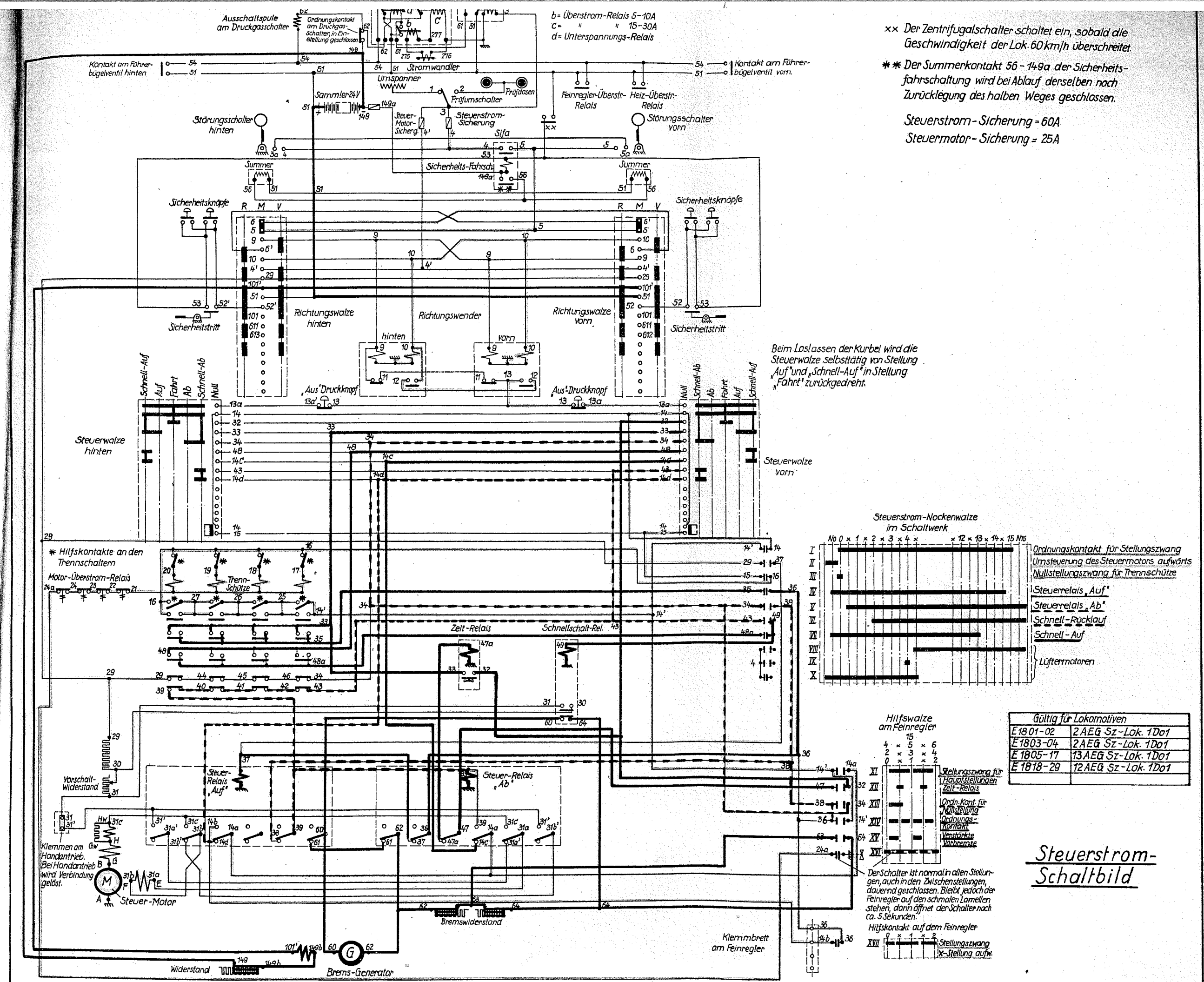
- 1. Hauptluftpumpe
- 2. Sauger
- 3. Zwischenventil
- 4. Ventile
- 5. Ventile
- 6. Ventile
- 7. Ventile
- 8. Ventile
- 9. Ventile
- 10. Ventile
- 11. Ventile
- 12. Ventile
- 13. Ventile
- 14. Ventile
- 15. Ventile
- 16. Ventile
- 17. Ventile
- 18. Ventile
- 19. Ventile
- 20. Ventile
- 21. Ventile
- 22. Ventile
- 23. Ventile
- 24. Ventile
- 25. Ventile
- 26. Ventile
- 27. Ventile
- 28. Ventile
- 29. Ventile
- 30. Ventile
- 31. Ventile
- 32. Ventile
- 33. Ventile
- 34. Ventile
- 35. Ventile
- 36. Ventile
- 37. Ventile
- 38. Ventile
- 39. Ventile
- 40. Ventile
- 41. Ventile
- 42. Ventile
- 43. Ventile
- 44. Ventile
- 45. Ventile
- 46. Ventile
- 47. Ventile
- 48. Ventile
- 49. Ventile
- 50. Ventile

Schema der Druckluftbremse

Hiksbr. (Hiks.) mZ

SS-S-P

1	Materialpumpe	31	Luftdruckmesser	41	Verschraubung
2	Sauger	32	Luftdruckmesser	42	Absechtheit
3	Zwischenventil	33	Luftdruckmesser	43	Kontroll-Luftdruckmesser
4	Ventile	34	Ventile	44	Verschraubung
5	Ventile	35	Ventile	45	Verschraubung
6	Ventile	36	Ventile	46	Verschraubung
7	Ventile	37	Ventile	47	Verschraubung
8	Ventile	38	Ventile	48	Verschraubung
9	Ventile	39	Ventile	49	Verschraubung
10	Ventile	40	Ventile	50	Verschraubung



Gültig für Lokomotiven

E 18 01-02	2 AEG Sz-Lok. 1 Do 1
E 18 03-04	2 AEG Sz-Lok. 1 Do 1
E 18 05-17	13 AEG Sz-Lok. 1 Do 1
E 18 18-29	12 AEG Sz-Lok. 1 Do 1

Steuerstrom-Schaltbild

Der Schalter ist normal in allen Stellungen, auch in den Zwischenstellungen, dauernd geschlossen. Bleibt jedoch der Feinregler auf den schmalen Lamellen stehen, dann öffnet der Schalter nach ca. 5 Sekunden.
 Hilfskontakt auf dem Feinregler
 XVIII Stellungszwang in Stellung aufw.

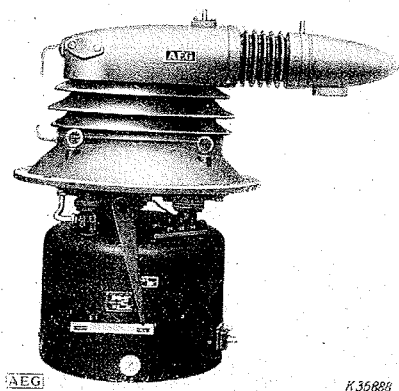


Bild 18. Hauptschalter (Druckgas-Schalter).

Der Luftbehälter wird im Betriebe vom Haupt-Luftbehälter der Lokomotive gespeist. Ist in Ausnahmefällen die Lokomotive ohne Druckluft im Freien oder an einer Stelle abgestellt, wo die Luftpumpe nicht in Betrieb genommen werden kann, so wird der Behälter von einer kleinen Hilfs-Luftpumpe gefüllt, die von der Lichtbatterie mit Strom versorgt wird.

Zu willkürlichem Ausschalten des Schalters dient das Führer-Bügelventil, das auf elektrischem Wege den Ausschaltmagnet betätigt. In Notfällen wird der Schalter durch Drehen des unter dem Dach des Führerstandes befindlichen Nothebels ausgeschaltet.

Selbsttätig ausgeschaltet wird der Hauptschalter entweder bei starkem Absinken oder Ausbleiben der Fahrdrabt-Spannung oder bei zu starkem Ansteigen der Stromstärke.

Um die verschiedenen Anforderungen der Reichsbahn an die Ausschaltung zu erfüllen, sind ein Unterspannungsrelais d, ein Überstromrelais b, ein Überstromrelais c und ein Zeitrelais a vorgesehen, die nach Bild 19 in folgender Weise wirken:

Die Spule des Unterspannungsrelais d liegt dauernd an der 200 V-Klemme des Hauptumspanners und hält bei genügend hoher Spannung den Kontakt 51—61 offen. Bei einem zwischen 100 und 150 V einstellbaren Spannungswert läßt die Spule den Anker fallen und der Kontakt wird geschlossen. Dadurch wird die Spule des Zeitrelais a an die Spannung der Lichtbatterie gelegt.

Stromkreis:

Batterie + Pol	51
Unterspannungsrelais	51—61
Zeitrelais a, Spule	61—62
Druckgasschalter	62—149
Batterie — Pol	149

Die Verbindung 62—149 am Druckgasschalter ist geschlossen, solange der Schalter eingelegt ist.

Das Zeitrelais ist also eingeschaltet und schließt nach einer zwischen 0 und 5 Sekunden einstellbaren Zeit seinen Kontakt 54—51, sofern die Fahrdrabtspannung nicht vorher wiederkehrt. Es kommt folgender Stromkreis zustande:

Batterie + Pol	51
Zeitrelais	51—54
Druckgasschalter, Auslösespule	54—62
Druckgasschalter	62—149
Batterie — Pol	149

Hierdurch wird also der Hauptschalter ausgelöst.

Die Spulen der beiden Überstromrelais b und c sind in Reihe geschaltet mit der Wicklung eines um die

Hochspannungs-Dachdurchführung gebauten Stromwandlers. Das Überstromrelais b ist für eine Auslöse-Stromstärke von 6—10 A entsprechend 360—600 A Fahrdrabtstrom einstellbar, das Überstromrelais c für eine Auslöse-Stromstärke von 12—20 A entsprechend 720—1200 A Fahrdrabtstrom.

Tritt also ein Hochspannungsstrom auf, der höher ist als die Auslöse-Stromstärke des Relais b, aber niedriger als die Auslöse-Stromstärke des Relais c, so wird der Kontakt 51—61 am Relais b geschlossen. Dadurch gelangt Gleichstrom über den Kontakt 51—61 zur Spule des Zeitrelais a und nach Ablauf der eingestellten Verzögerung wird der Hauptschalter ausgelöst.

Überschreitet aber der Hochspannungsstrom den Einstellungswert des Relais c, so wird sein Kontakt 51—54 geschlossen und ohne Verzögerung der Hauptschalter ausgelöst.

Sowohl das Unterspannungs- als auch die beiden Überstromrelais sind mit Fallklappen ausgerüstet, deren Stellung nach Auslösung des Hauptschalters kenntlich macht, welches der 3 Relais die Auslösung verursacht hat.

Ein Überstrom im Heizstromkreis oder im Stromkreis des Feinreglers schaltet ebenfalls ohne Verzug den Hauptschalter aus.

Der Druckgasschalter kann 8000 A bei einer Hochspannung von 15 000 V einwandfrei abschalten. Er wiegt betriebsfähig, einschließlich seiner Gesamtausrüstung, 330 kg; hierzu kommen noch 30 kg für die HilfsLuftpumpe.

Hauptumspanner.

Der Hauptumspanner ist als Manteltransformator mit Ölumlaufkühlung ausgeführt. In seinem Aufbau und in der Kühlung des umlaufenden Öles durch Luft stimmt er völlig mit dem der 1 Co 1-Lokomotive überein, so daß auf die frühere Veröffentlichung⁶⁾ verwiesen werden kann. Die Leistung ist natürlich wesentlich größer. Auf dem Prüffeld wurde nachgewiesen, daß bei Ausnutzung der Grenzwärmung der Wicklungen nach REB von 80° der Nennstrom 195 A bei 15 kV Oberspannung beträgt. Mithin ist die Nennleistung 2920 kVA.

Der Leerstrom beträgt 6 A bei 15 kV, die umlaufende Ölmenge 1000 l/min. Die Umspannerlüfter fördern 2×100 m³/min Luft gegen 80 mm W. S.

Der Umspanner wiegt einschließlich Öl und Kühler, Ölpumpe und Ölleitungen, jedoch ohne Lüfter, 8050 kg.

Der Umspanner besitzt 15 Anzapfungen für den Strom der Fahrmotoren mit gleichmäßig steigender Spannung von 60—614 V.

Hauptschaltbild.

Bild 20 zeigt die Schaltung der Hauptstromkreise. Die Steuerung ist, wie bei allen neuen Reichsbahnlokomotiven, als Feinreglersteuerung ausgebildet, und zwar wiederum mit 15 Hauptstufen. Wegen des großen Leistungsbereiches der Lokomotive sind jedoch die Zwischenstellungen der 15 Hauptstufen als Anfahrstufen für eine Benutzungsdauer von 30 s zu verwenden. Diese Steuerung bedingt einen größeren Feinregler mit Zwischensegmenten, der bereits für die Co—Co Güterzuglokomotive durchgebildet war⁷⁾.

Das übliche Nockenschaltwerk konnte jedoch wegen der großen Stromstärken und der großen Bauhöhe nicht mehr beibehalten werden. Infolgedessen wurde für die Lokomotive E 18 ein neues Schaltwerk entwickelt und damit gleichzeitig ein alter Wunsch nach

⁶⁾ Elektrische 1 Co 1-Reichsbahn-Schnellzuglokomotive mit Einzelachsantrieb. Von W. Kleinow, Hennigsdorf. Elektr. Bahnen, Juli 1933.

⁷⁾ Elektrische Co-Co Güterzuglokomotive, Gattung E 93 der Deutschen Reichsbahn. Von H. Tetzlaff, Halle (Saale). Elektr. Bahnen, Mai 1934.

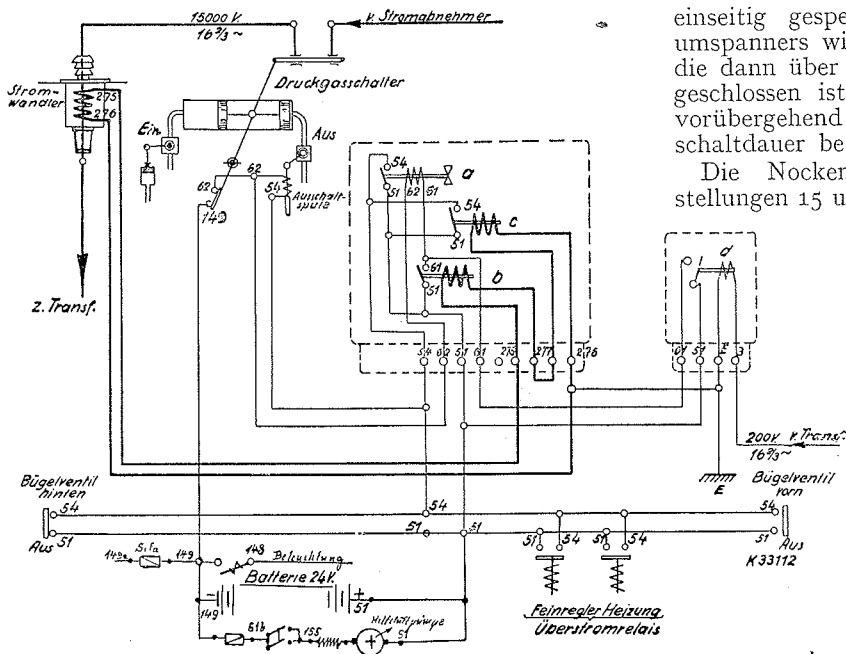


Bild 19. Schaltbild für die Auslösung des Hauptschalters.

einfacherer Ausbildung der Stufenschalter verwirklicht. Bild 21 zeigt das neue Nockenschaltwerk, dessen Höhe von früher 2320 mm auf 1700 mm verringert wurde.

Am oberen Ende des Nockenschaltwerkes ist noch eine besondere kleine Nockenwalze mit waagerechter Achse vorhanden, die zur selbsttätigen Schaltung der Lüfter sowie für den Antrieb der Steuerung selbst dient.

Abweichend von der bisherigen Gepflogenheit wird nämlich die Steuerung nicht vom Führer durch Drehen eines Handrades betätigt. Der Führer hat vielmehr einen bequemen Sitzplatz erhalten, Bild 22, damit er durch die Bewegungen der schnellfahrenden Lokomotive nicht ermüdet. Es hat sich bei den Versuchsfahrten herausgestellt, daß Bremse und Steuerung viel häufiger als früher zu bedienen sind, wenn alle Möglichkeiten, auf den einzelnen Streckenabschnitten schnell zu fahren, voll ausgenutzt werden. An jeder Stelle mit Geschwindigkeitsbeschränkung muß abgeschaltet, gebremst und alsdann schnell wieder beschleunigt werden. Dem sitzenden Führer aber konnte das Drehen eines großen Steuerhandrades nicht mehr zugemutet werden. Infolgedessen mußte zu einer motorisch angetriebenen Steuerung gegriffen werden.

Steuerung.

Die Steuerung ist eine Feinreglersteuerung, bestehend aus

- 1 Nockenschaltwerk
- 1 Feinregler für den Zusatzumspanner
- 4 Trennschützen und 4 Trennschaltern
- 2 Fahrtrichtungswendern.

Nockenschaltwerk. Das Nockenschaltwerk ist mit Ausnahme der „Null“-Stellung für 15 Hauptstufen und 15 Zwischenstufen eingerichtet. Auf der ersten Zwischenstufe wird lediglich der Erregerschalter für den Spannungsteiler des Feinreglers eingeschaltet. Die 1. Hauptstufe ist eine Vorstufe. Auf ihr ist nur der erste Stufenschalter geschlossen. Auf allen übrigen Hauptstufen sind je zwei Stufenschalter geschlossen, die Stromteilerwicklung des Zusatzumspanners ist infolgedessen symmetrisch belastet und kompensiert. In den Zwischenstellungen ist jeweils nur ein Stufenschalter durch das Nockenschaltwerk geschlossen. Die

einseitig gespeiste Stromteilerwicklung des Zusatzumspanners wird durch die Primärspule kompensiert, die dann über die Kohlebürsten des Feinreglers kurzgeschlossen ist. Die Zwischenstellungen können nur vorübergehend benutzt werden. Ihre höchste Einschaltdauer beträgt 30 Sekunden.

Die Nockenwalze kann über die Endbetriebsstellungen 15 und 0 noch in die Stellungen N_{15} bzw. N_0 und darüber hinaus gedreht werden.

Feinregler. Der Feinregler (siehe Bild 21) besitzt zwei breite Segmente für die Hauptstellungen und zwei schmalere für die Zwischenstellungen und zwischen diesen vier Segmenten die schmalen Segmente für die Spannungsregelung. Während die Bürsten auf den breiten Segmenten schleifen, werden jeweilig die Stufenschalter geöffnet bzw. geschlossen. In den Zwischenstellungen werden keine Schalter betätigt.

Antrieb. Für den Antrieb der Steuerung dient ein Wechselstrom-Kommutator-Motor, der sog. Steuermotor, der mit 200 V Wechselstrom gespeist wird und über eine Rutschkupplung, ein Zahnradvorgelege und ein Schneckenradvorgelege die Wellen des Schaltwerkes und des Feinreglers in der üblichen Weise antreibt. Zur genauen Beherrschung der Bewegungen dient außerdem ein Gleichstrom-Bremsgenerator, der zwangsläufig mit den Getrieben verbunden ist. Der Generator wird mit 24 V Gleichstrom erregt. In Bild 21 ist der Antrieb rechts zu sehen und zwar oben der Steuermotor und unter diesem der Bremsgenerator.

Die Nockenwalze wird durch den Steuermotor mit Hilfe eines Maltheserkreuzes ruckweise bewegt, der Feinregler dagegen gleichförmig.

Die Steuerung hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Zum gewöhnlichen Anfahren wird das Nockenschaltwerk langsam aufwärts geschaltet. Die Zeit

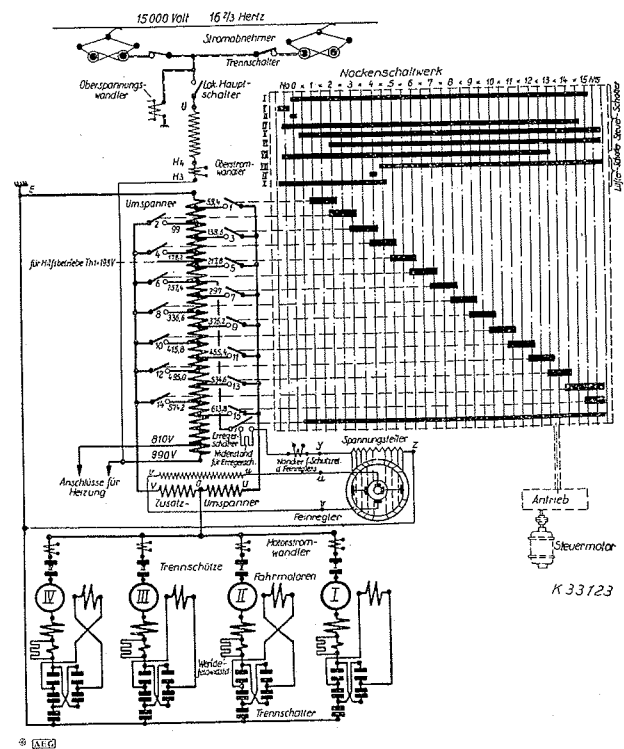


Bild 20. Hauptschaltbild.

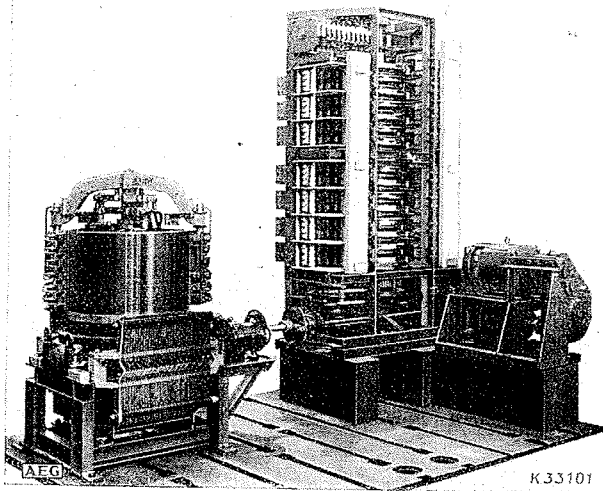


Bild 21. Nocken-Schaltwerk mit Feinregler.

für das Durchfahren aller 15 Hauptstufen in einem Zuge beträgt etwa 60 Sekunden. Dabei kann in jeder Zwischenstellung und in jeder Hauptstellung angehalten werden.

2. Abwärts kann in gleicher Weise und mit der gleichen Geschwindigkeit geschaltet werden; jedoch wird hierbei nur in den Hauptstellungen gehalten.
3. Wenn beim Aufwärtsschalten die Steuerung in einer Zwischenstellung stehengeblieben ist, so wird, falls der Führer nicht vorher in eine Hauptstellung weiterschaltet, nach Ablauf von 30 s die Steuerung selbsttätig in die nächsthöhere Hauptstufe geschaltet.
4. In beiden Richtungen kann die Steuerung auch schnell bewegt werden, in der Aufwärtsrichtung jedoch nur von Stufe 0 zur Stufe 13, in der Abwärtsrichtung nur von Stufe 15 bis zur Stufe 2. Für jede dieser Bewegungen werden 10 s benötigt. Die Weiterbewegung erfolgt wieder mit der normalen geringen Geschwindigkeit, und zwar in je 3 s bis zur Endstellung.
5. In jedem Augenblick und aus jeder Stellung heraus kann die Leistung im Fahrmotoren-Stromkreis durch Betätigung eines Druckknopfes oder Drehen der Steuerwalze in die „Null“-Stellung sofort abgeschaltet werden. Die Trennschütze fallen hierbei ab und die Steuerung läuft selbsttätig mit großer Geschwindigkeit in die „Null“-Stellung zurück.

Die Erfüllung dieser Forderungen ist eine recht schwierige Aufgabe, die von der Bahnfabrik Brunnenstraße der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in der nachbeschriebenen Form gelöst wurde.

Zur Erfüllung obiger Aufgaben sind vorgesehen:

1. in jedem Führerraum eine Richtungswalze und eine Steuerwalze, die vom Lokomotivführer bedient werden,
2. eine Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk, die wie dieses selbst ruckweise bewegt wird, eine Hilfswalze am Feinregler, Hilfskontakte auf dem Feinregler.

Alle Teile unter 2. werden von der Steuerung zwangsläufig bewegt.

3. 1 Steuerrelais „auf“
1 Steuerrelais „ab“
1 Schnellschaltrelais
1 Zeitrelais.

Diese vier Relais werden elektrisch betätigt.

Das Steuerstromschaltbild, Bild 23 (farbige Tafel), stellt das Zusammenarbeiten der Einrichtungen dar. Im folgenden ist angenommen, daß auf dem vorderen Führerstand die Richtungswalze in die Vorwärtsstellung gelegt wird.

Die einzelnen Steuerleitungen sind in sechs verschiedenen Farben dargestellt. Der von der Klemme 3 des Prüfschalters seinen Ausgang nehmende Steuerstrom geht über zwei Sicherungen: die Steuermotor-Sicherung und die Steuerstrom-Sicherung.

Gelb dargestellt sind die Steuermotorstromkreise.

Violett dargestellt sind die Gleichstromkreise für die Erregung des Feldes vom Bremsgenerator sowie der Bremsgeneratorstrom selbst.

Grün dargestellt sind die Steuerstromkreise, welche die Trennschütze betätigen.

Blaue dargestellt sind die Stromkreise für die Betätigung der Steuerrelais „auf“ und „ab“, und zwar gestrichelt für „ab“.

Rot dargestellt sind die Stromkreise für die Betätigung des Schnellschaltrelais, wiederum gestrichelt für „Schnell ab“.

Braun dargestellt ist der Stromkreis für die Betätigung des Zeitrelais.

Steuermotor. Der Strom für den Steuermotor (gelb) nimmt folgenden Lauf:

Steuermotorsicherung	4'
Richtungswalze vorn	4'—29
Vorschaltwiderstand	29—31
Klemmbrett	31—31'

Bei „auf“-Stellung wird das Steuerrelais „auf“ betätigt.

Steuerrelais „auf“	31'—31a'
Steuerrelais „ab“	31a'—31a
Steuermotorfeld	31a—31b
Steuerrelais „auf“	31b—31c
Steuermotor	31c—Erde E

Der Steuermotor läuft also, aber mit vorgeschaltetem Widerstand 29—31, d. h. mit geringer Spannung und geringer Geschwindigkeit.



Bild 22. Führerraum.

Es dienen

die Kontaktpaare 31'—31a' sowie 31a'—31a bzw. 31'—31b' sowie 31b'—31b zur Änderung der Drehrichtung des Steuermotors.

Die Umlaufgeschwindigkeit des Steuermotors kann dadurch erhöht werden, daß ein Teil des Vorschaltwiderstandes 30—31 kurzgeschlossen wird. Das Kurzschließen besorgen die Arbeitskontakte 31—30 am Schnellschaltrelais.

Bremsgenerator. Die Felderregung für den Bremsgenerator (violett) nimmt folgenden Verlauf:

Beleuchtungssammler + Klemme 51
Richtungswalze vorn 51 — 101'
Feldwicklung des Brems-
generators 101' — 149b
Feldvorwiderstand des Brems-
generators 149b — 149
Beleuchtungssammler — Klemme 149

Das Feld ist also dauernd erregt, solange eine Richtungswalze in V- oder R-Stellung steht, und zwar ungesichert, damit in keinem Falle die Bremswirkung ausfallen kann.

Der Strom im Bremsgenerator (violett) kann nun verschiedenen Verlauf nehmen. Sind die Steuerrelais „auf“ und „ab“ nicht erregt, so ist der Ankerstromkreis kurzgeschlossen, und zwar auf folgendem Wege:

Bremsgenerator 60
Steuerrelais „auf“ 60—61
Steuerrelais „ab“ 61—62
Bremsgenerator 62—60

Die Bremskraft hat ihren größten Wert, die Steuerung wird also sofort angehalten.

Wird ein Steuerrelais, z. B. „auf“, erregt, so können wieder verschiedene Stromkreise zustandekommen, nämlich:

a) langsame Bewegung (schwache Bremsung)

Bremsgenerator 60
Schnellschaltrelais, Ruhkontakte 60—64
Bremswiderstand 64—62
Bremsgenerator 62—60

oder

b) schnelle Bewegung

hierbei ist der Stromkreis durch die Kontakte des erregten Schnellschaltrelais geöffnet, so daß keine Bremswirkung eintritt,

oder

c) ganz langsame Bewegung

wie bei a), jedoch wird hierbei ein Teil des Bremswiderstandes 63—64 kurzgeschlossen. Der Verlauf des Kurzschlußstromkreises ist folgender:

Bremswiderstand 63
Hilfswalze am Feinregler . . . 63—64
Bremswiderstand 64—63

Diese Bremsung wird benutzt, wenn die Steuerung von einer Haupt- in eine Zwischenstellung einfährt. Da in der Zwischenstellung keine Stufenschalter bewegt werden, ist der Bewegungswiderstand klein und eine verstärkte Bremsung notwendig, um auf der schmalen Lamelle des Feinreglers genau zu halten.

Einschalten. Es soll nun der Verlauf des Steuerstromes (grün) beschrieben und dabei angenommen werden, daß am vorderen Führerstand die Steuerwalze von der „Null“-Stellung (in der jeder Steuerstrom abgeschaltet ist) in die „Fahrt“-Stellung gebracht wird.

Stromverlauf:

Steuerstromsicherung 4
Kontakte der Sicherheits-Fahr-
schaltung (Sifa) 4—5
Richtungswalze hinten 5—6
Richtungswalze vorn 6—10
Richtungswender vorn 10 — Spule — E
Richtungswender hinten . . . 10 — Spule — E

ferner

Kontakte am Richtungswender
hinten 10—12
Kontakte am Richtungswender
vorn 12—13
„Aus“-Druckknopf vorn . . . 13—13a
Steuerwalze vorn 13a

Die Kontakte 4—5 der Sifa sind geschlossen, wenn die Lokomotive mit Druckluft versehen und die Bremse gelöst, die Lokomotive somit betriebsbereit ist.

Die Kontakte 5—6 an der hinteren Richtungswalze stellen sicher, daß im unbesetzten Führerraum die Richtungswalze ordnungsgemäß in Mittelstellung steht.

Die Kontakte 6—10 an der vorderen Richtungswalze bringen wunschgemäß die beiden Richtungswender in die Stellung für Vorwärtsfahrt.

Die Verriegelungskontakte 10—12 und 12—13 an den Richtungswendern geben die Sicherheit, daß beide Richtungswender ordnungsgemäß in die V-Stellung gelangt sind, ehe der Steuerstrom zur Steuerwalze vorn gelangen kann.

Der „Aus“-Druckknopf 13—13a ermöglicht, den Steuerstrom sofort zu unterbrechen und damit den Fahrstromkreis ebenfalls zu öffnen. Eine Bedienung des hinteren „Aus“-Druckknopfes ist ohne Folgen. Der Steuerstrom gelangt also immer über den Kontakt 13a in die vordere Steuerwalze.

Bei dem Überschleifen der vorderen Steuerwalze von „Null“ nach „Fahrt“ wird 13a mit 14 und für einen kurzen Augenblick durch einen Schnappkontakt 14 mit 15 verbunden. Letztere Verbindung ist schon wieder geöffnet, wenn die Steuerwalze auch nur in die nächste Stellung „schnell ab“ gelangt. Während der kurzen Zeit des Überschleifens wird dem Steuerstrom folgender Verlauf ermöglicht:

Steuerwalze vorn 15
Steuerstrom-Nockenwalze im
Schaltwerk 15—16
Hilfskontakte an den Trenn-
schaltern 16—17
16—18
16—19
16—20
Magnetspulen der Trennschütze 17—21
18—21
19—21
20—21
Motor-Überstromrelais 21—22—23—24—24a
Hilfswalze am Feinregler . . . 24a—E

Der Stromkreis ist also geschlossen, die vier Trennschütze springen an.

Der Nocken III an der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk stellt sicher, daß die Nockenwalze sich in der „Null“-Stellung befindet. Nur in dieser Stellung können also die Trennschütze eingeschaltet werden.

Die Hilfskontakte vor den Trennschützen sind geschlossen, wenn die Trennschalter sich in „Ein“-Stellung befinden. Dann wird auch das zugehörige Trennschütz eingeschaltet. Ist dagegen der Trennschalter geöffnet, so kann das zugehörige Trennschütz nicht schließen, so daß der betreffende Fahrmotor beiderseitig abgeschaltet ist.

Die Kontakte an den Motor-Überstromrelais unterbrechen den Steuerstrom, sobald auch nur ein Relais infolge Überlastung oder Kurzschluß anspringt.

Der Schalter XVI ist normal in allen Stellungen, auch in den Zwischenstellungen, dauernd geschlossen. Bleibt jedoch der Feinregler wegen irgendeiner Störung zwischen einer Haupt- und einer Zwischenstufe länger als fünf Sekunden stehen, so öffnet der Schalter und die Trennschütze fallen ab.

Ist die Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk ordnungsgemäß in „Null“-Stellung, so ziehen also die Trennschütze an. Dadurch kommt ein weiterer Stromkreis zustande, der dauernd geschlossen bleibt, solange die Steuerwalze des Führers sich in einer der Fahrstellungen befindet, nämlich:

Steuerwalze vorn	13a—14
Steuerstrom-Nockenwalze im	
Schaltwerk	14 — 14'
Trennschütze, Arbeitskontakte	14'—16

und nun, wie zuvor, zu den Spulen der Trennschütze.

Die Kontakte 14—14' an der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk werden durch den Nocken I überbrückt, solange das Nockenschaltwerk zwischen den Betriebsstellungen 0 bis 15 sich befindet, jedoch geöffnet, sobald das Schaltwerk nach aufwärts oder abwärts infolge irgendeines Fehlers über die Endstellungen hinausläuft.

Die Kontakte 14'—16 sind die Selbsthaltekontakte für den Steuerstrom. Sie werden an jedem Trennschütz z. B. durch 14'—25 umgangen, wenn ein Trennschalter geöffnet und damit der zugehörige Kontakt 14'—25 geschlossen ist.

„Auf“-Schalten. Soll nun angefahren werden, so wird der Griff der Steuerwalze vorn in die „auf“-Stellung gedreht. Dadurch kommt folgender Stromkreis (blau) zustande:

Steuerwalze vorn	13a—33
Trennschütze, Arbeitskontakte	33 — 35
Steuerstrom-Nockenwalze im	
Schaltwerk	35 — 36
Steuerrelais „ab“	36 — 37
Steuerrelais „auf“	37 — Spule — E

Das Steuerrelais „auf“ spricht an, der Steuermotor setzt sich infolgedessen mit geringer Spannung und mäßiger Bremsung, also mit geringer Geschwindigkeit, in Bewegung.

Die Arbeitskontakte an den Trennschützen 33—35 haben zur Folge, daß die Steuerung nur auflaufen kann, wenn die Trennschütze geschlossen sind.

Der Nocken IV an der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk überbrückt die Kontakte 35—36, bis die Zwischenstellung zwischen Stufe 14 und 15 erreicht ist. Nach dem Weiterdrehen wird der Stromkreis für das Steuerrelais „auf“ hier unterbrochen.

Die Ruhekontakte 36—37 am Steuerrelais „ab“ stellen sicher, daß das Steuerrelais „auf“ nur eingeschaltet werden kann, wenn das Steuerrelais „ab“ ordnungsgemäß geöffnet ist.

Die Erröngung des Steuerrelais wird auch dann, wenn die Steuerwalze inzwischen in „Fahrt“-Stellung zurückgedreht sein sollte, so lange aufrechterhalten, bis eine Haupt- oder Zwischenstellung erreicht ist, wie im folgenden nachgewiesen wird.

Der Griff der Steuerwalze kann zunächst nur bis zur „auf“-Stellung bewegt werden und stößt hier gegen einen Anschlag. Eine Weiterdrehung in die Stellung „schnell auf“ ist nur nach Drücken einer Taste möglich, welche die vorhandene Sperrung vorübergehend be-

seitigt. Für das Zurückdrehen der Steuerwalze ist keine Sperrung vorhanden.

Der Steuergriff wird durch eine Feder aus der „auf“-Stellung in die „Fahrt“-Stellung selbsttätig zurückgezogen. Um vorsichtig stufenweise anzufahren, braucht man daher mit dem Handballen nur jeweilig kurz den Griff der Steuerwalze bis zum Anschlag zu drücken.

Nach dem Anspringen des Steuerrelais „auf“ und unmittelbar, nachdem der Feinregler sich etwas gedreht hat, hält sich nämlich die Spule des „auf“-Relais so lange selbsttätig fest, bis eine Haupt- oder Zwischenstellung erreicht ist. Es kommt hierbei folgender Stromkreis (grün) zustande:

Steuerwalze vorn	13a—14
Steuerstrom-Nockenwalze im	
Schaltwerk	14 — 14'
Hilfswalze am Feinregler	14'—14a
Steuerrelais „auf“	14a—14b
Hilfskontakte auf dem Feinregler	14b—36

und nun, wie bisher (blau)

Steuerrelais „ab“	36—37
Steuerrelais „auf“	37—Spule—E

Der Ordnungskontakt 14'—14a an der Hilfswalze am Feinregler wird durch Nocken XI geschlossen gehalten mit Ausnahme der Hauptstufenstellungen.

Die Kontakte 14a—14b sind die Selbsthaltekontakte des Steuerrelais „auf“.

Die Kontakte 14b—36 werden durch Nocken XVII auf dem Feinregler kurz vor Erreichung einer Zwischenstellung geöffnet.

Die ganze Einrichtung erfüllt also die Aufgabe, daß die Steuerung nach Geben eines kurzen Schaltbefehls an der Steuerwalze um je $\frac{1}{2}$ Stufe aufwärts bewegt wird, wobei die richtige Stellung erzwungen wird durch Nocken XI in den Hauptstellungen und Nocken XVII in den Zwischenstellungen.

Bleibt die Steuerung in einer Zwischenstellung stehen, während die Steuerwalze vorn schon in die „Fahrt“-Stellung zurückgedreht ist, so kommt folgender Stromkreis (braun) zustande:

Steuerwalze vorn	13a—32
Hilfswalze am Feinregler	32 — 47
Steuerrelais „ab“	47 — 47a
Zeitrelais	47a—Spule—E

Das Zeitrelais spricht also an und schließt nach Ablauf von etwa 30 Sekunden die Arbeitskontakte 32—33.

Weiter verläuft der Strom über 32—33—35 usw. wie beim normalen „auf“-Schalten. Sobald Bewegung eintritt, fällt zwar das Zeitrelais infolge Unterbrechung seiner Erregung durch Nocken XII wieder ab, das Steuerrelais „auf“ behält aber Spannung, wie bereits zuvor beim normalen „auf“-Schalten beschrieben, über seine Selbsthalte-Kontakte 14a—14b solange, bis Nocken XI auf der nächsten Hauptstufe die Bewegung unterbricht.

Durch diese Einrichtung ist also erreicht, daß auf einer Zwischenstellung nie länger als 30 Sekunden verweilt werden kann. Die Zwischenstellungen dienen ja nur zum sanften Anfahren an der Grenze der Haftung zwischen Rad und Schiene.

„Schnell auf“-Schaltung. Soll die Steuerung schnell bewegt werden, so wird nach Niederdrücken der Sperrtaste die Steuerwalze in die Stellung „schnell auf“ gebracht. Es kommt nun außer dem vorgeschriebenen „auf“-Stromkreis über Kontakt 33 an der Steuerwalze vorn noch folgender Stromkreis (von 14c ab rot) zustande:

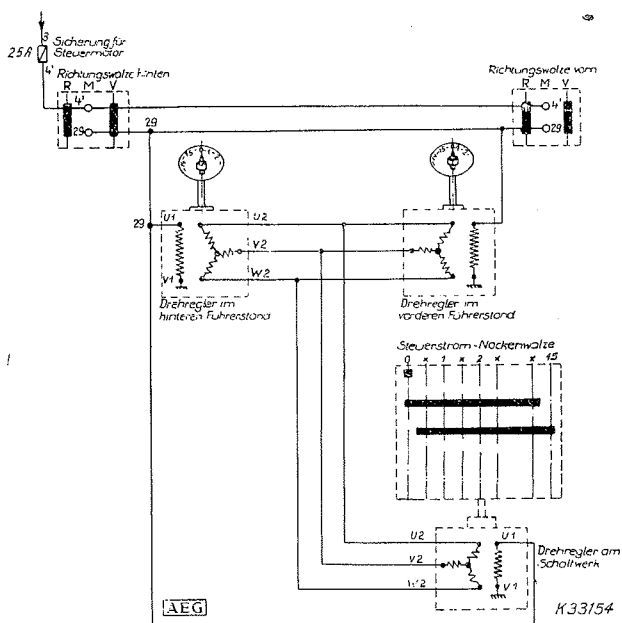


Bild 24. Elektrischer Stufenzeiger. Schaltschema.

Steuerwalze vorn	13a—14
Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk	14 —14'
Hilfswalze am Feinregler	14'—14a
Steuerrelais „ab“	14a—14c
Steuerwalze vorn	14c—48
Trennschütze, Arbeitskontakte.	48 —48a
Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk	48a—49
Schnellschalt-Relais	49—Spule—E

Das Schnellschaltrelais spricht also an. Dadurch werden die schon zu Anfang beschriebenen Wirkungen hervorgerufen:

- Die Kontakte 60—64 werden geöffnet: Die Bremse wird also unwirksam.
- Die Kontakte 30—31 werden geschlossen: Der Vorschaltwiderstand vor dem Steuermotor wird verkleinert.

Aus beiden Gründen läuft also die Steuerung schnell aufwärts.

Die Kontakte 48a—49 werden durch den Nocken VII der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk spätestens in Stufe 13 geöffnet, damit noch ein ordnungsmäßiges Anhalten in Stufe 15 bei der hohen Geschwindigkeit der Steuerung möglich ist, wenn der Lokomotivführer die Steuerwalze zu lange in Stellung „schnell auf“ festhält.

„Ab“-Schaltung. Wird bei geschlossenen Trennschützen die Steuerwalze in die „ab“-Stellung gedreht, so kommt folgender Stromkreis zustande (blau gestrichelt):

Steuerwalze vorn	13a—34
Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk	34 —38
Steuerrelais „auf“	38 —39
Steuerrelais „ab“	39—Spule—E

Die Kontakte 34—38 werden durch den Nocken V der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk spätestens zwischen der ersten Zwischenstellung und o geöffnet, so daß die Steuerung in der „Null“-Stellung ordnungsmäßig zum Halten kommt.

Die Kontakte 38—39 stellen sicher, daß das Steuerrelais „auf“ sich in seiner Ruhelage befindet.

Wird während der „ab“-Bewegung die Steuerwalze nach „Fahrt“ zurückgedreht, so wird zwar die Strom-

zufuhr zum Steuerrelais „ab“ in der Steuerwalze unterbrochen; das Steuerrelais „ab“ hält sich jedoch selbst in seiner erregten Lage durch den Stromkreis:

Steuerwalze vorn	13a—14
Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk	14 —14'
Hilfswalze am Feinregler	14'—14a
Steuerrelais „ab“	14a—39
Steuerrelais „ab“	39—Spule—E

Die Kontakte 14a—39 sind also die Selbsthaltekontakte des Steuerrelais „ab“.

Nocken XI unterbricht die Stromzufuhr zum Steuerrelais „ab“ und damit die Schaltbewegung, sobald die nächste Hauptstellung erreicht ist. In den Zwischenstellungen bleibt die Steuerwalze nicht stehen, da Nocken XVII ohne Einfluß ist.

Die Hilfswalze am Feinregler besitzt noch einen Nocken XIII, der die Aufgabe hat, unter Umgehung des Nockens V in der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk das Steuerrelais „ab“ in der richtigen Stellung des Feinreglers abzuschalten, so daß die Steuerung genau in der „Null“-Stellung zum Halten kommt.

„Schnell ab“-Schaltung. Wird die Steuerwalze in Stellung „schnell ab“ gedreht, so kommt außer dem vorher beschriebenen „ab“-Stromkreis noch der folgende zustande (von 14d ab rot gestrichelt):

Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk	14 —14'
Hilfswalze am Feinregler	14'—14a
Steuerrelais „auf“	14a—14d
Steuerwalze vorn	14d—43
Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk	43 —49
Schnellschaltrelais	49—Spule—E

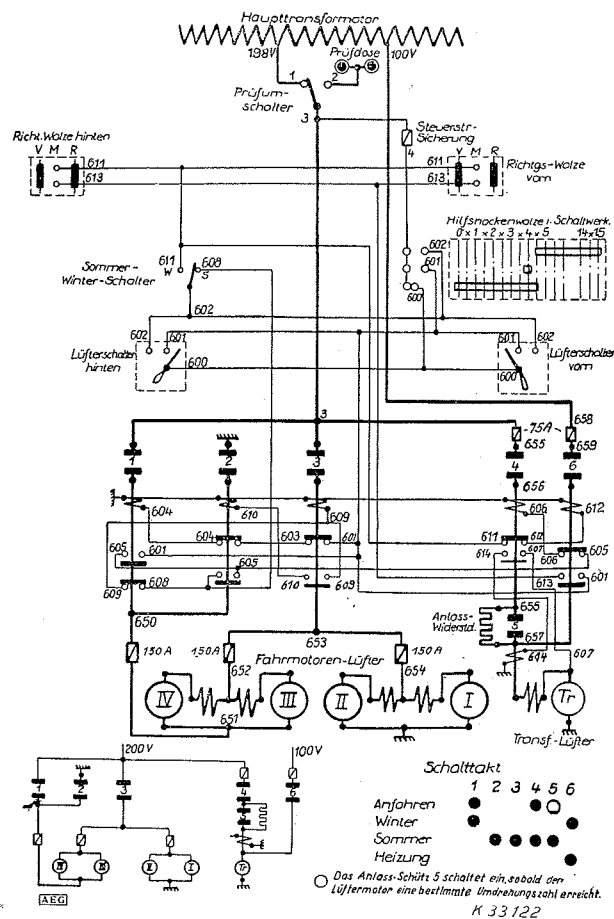


Bild 25. Lüftermotoren-Schaltbild.

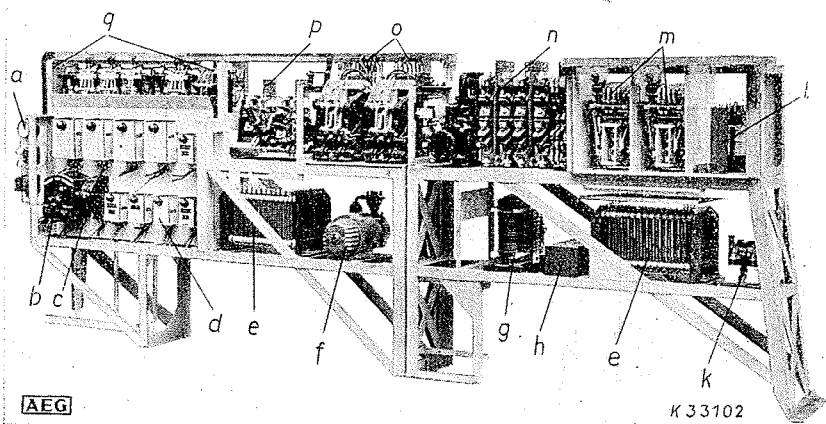


Bild 26. Vorderes Apparategerüst.

Damit bewegt sich die Steuerung schnell nach abwärts, bis spätestens in Stellung 2 durch den Nocken VI an der Steuerstrom-Nockenwalze im Schaltwerk die schnelle Bewegung in die langsame überführt wird.

„Aus“-Schalten. Wird während der Fahrt in irgendeiner Stellung der Steuerung durch Drücken des „Aus“-Druckknopfes oder durch Zurückdrehen der Steuerwalze in die „Null“-Stellung der gesamte Steuerstrom an der Steuerwalze unterbrochen, so fallen die Trennschütze ab. Damit ist der Fahrstromkreis unterbrochen. Durch das Abfallen der Trennschütze kommt aber ein neuer Steuerstromkreis zustande, nämlich:

Richtungswalze vorn 4'—29
Trennschütze, Ruhekontakte
29—44—45—46—34

Damit wird der Kontakt 34 für „ab“-Stellung neu gespeist und die Steuerung geht in der üblichen Weise in die „Null“-Stellung zurück.

Gleichzeitig kommt aber noch folgender Stromkreis zustande:

Steuerrelais „ab“ 39
Trennschütze, Ruhekontakte
39—40—41—42—43
Steuerstrom-Nockenwalze im
Schaltwerk 43—49
Schnellschaltrelais 49—Spule—E

Somit geschieht die Abwärtsbewegung schnell, bis sie spätestens in Stufe 2 in die normale Abwärtsbewegung übergeht, worauf das Schaltwerk sicher in Stellung 0 zum Halten kommt.

Nachlauf. Gelangt die Steuerung beim Aufwärtschalten infolge Versagens der elektrischen Bremse über die Stellung 15 hinaus, so wird durch Nocken I die Stromzufuhr zur Erregung der Trennschütze unterbrochen.

Mit dem Abfallen der Trennschütze läuft die Steuerung mit hoher Geschwindigkeit nach 0 zurück, wie unter „Aus“-Schalten beschrieben.

Gelangt die Steuerung beim Abwärtsschalten über die Stellung 0 hinaus, so werden durch Nocken I ebenfalls die Trennschütze zum Öffnen veranlaßt.

Ist die Steuerung zwischen 0 und N_0 stehengeblieben, so ist es nicht mehr möglich, die Trennschütze wieder zu betätigen und damit die Steuerung wieder aufwärts zu schalten.

Ist die Steuerung aber nach N_0 oder darüber hinaus gelangt, so wird durch Nocken II Strom von der Steuer-

stromleitung 29 unmittelbar nach 37 geleitet und damit das Steuerrelais „auf“ erregt. Die Steuerung muß also wieder aufwärts laufen, bis hinter Stellung N_0 der Steuermotor wieder ausgeschaltet wird.

Ist die Steuerung zwischen 0 und N_0 gelangt, so muß sie durch Drehen des Steuermotors von Hand wieder nach 0 zurückgedreht werden. Eine Betätigung der Fernsteuerung ist vorher nicht möglich. Der Führer wird hierdurch auf einen Fehler in seiner Steuerung aufmerksam gemacht und veranlaßt, die Ursache festzustellen und den Fehler zu beseitigen.

Ordnungskontakt an der Hilfsvalze des Feinreglers. Wird, während die Steuerung in „schnell auf“-Bewegung ist, die Steuerwalze plötzlich auf „Fahrt“

zurückgedreht, so fällt zwar sofort das Schnellschalt-Relais ab und es setzt damit die schwache Bremsung ein. Bei den hohen Drehzahlen, die Steuermotor und Bremsgenerator noch besitzen, ist diese schwache Bremse jedoch nicht in der Lage, die Steuerung in der nächsten Stellung genau zum Halten zu bringen, wenn durch Nocken XI oder XVII das Steuerrelais „auf“ zum Abfallen veranlaßt ist und die Bremse, nunmehr zu spät, in voller Stärke wirkt. Die Steuerung kann also über die gewünschte Stellung hinausschnellen. In diesem Falle wird nun durch den Nocken XIV der Kontakt 14a—36 überbrückt und damit Steuerstrom auf dem Wege

Hilfsvalze am Feinregler . . . 14a—36
Steuerrelais „ab“ 36—37

zur Spule des Steuerrelais „auf“ gebracht. Letzteres springt an und bringt die Steuerung mit geringer Geschwindigkeit in die nächst höhere Stellung.

Bei der Unterbrechung einer Bewegung „schnell ab“ findet der gleiche Vorgang statt.

Die Stellung, die das Nocken-Schaltwerk jeweils im Betrieb einnimmt, wird in beiden Führerständen durch eine Fernübertragung, Bild 24, angezeigt.

Die Schaltung der Meßinstrumente, der Licht- und Heizstromkreise bietet nichts besonderes. Die Lichtbatterie wird durch einen in seinen Abmessungen sehr klein gehaltenen Selen-Gleichrichter geladen, vergl. Bild 26.

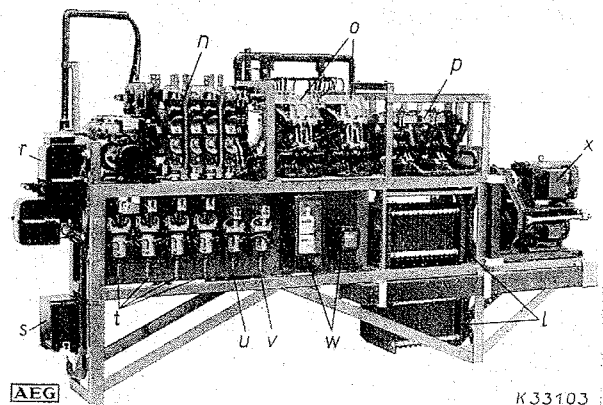


Bild 27. Hinteres Apparategerüst.

Erwähnenswert ist noch die Schaltung der Lüftermotoren, von denen fünf in einer Lokomotive vorhanden sind, Bild 25.

Jeder Fahrmotor wird durch einen Wechselstrom-Kommutatormotor mit zwei Schleuderrädern gekühlt, Bild 8. Der breitere Lüfter fördert 100 m³/min gegen 110 mm W. S., der schmalere 45 m³/min gegen 100 mm W. S.

Für den Hauptumspanner ist ein Lüftersatz vorhanden, der aus dem gleichen Antriebsmotor, jedoch zwei anderen, unter sich gleichen Schleuderlüftern besteht. Jeder Lüfter kann 100 m³/min Luft gegen 80 mm WS fördern. Die vier Antriebsmotoren der Fahrmotorenlüfter sind zu zwei Gruppen von je zwei parallelgeschalteten Motoren zusammengefaßt.

Beim Anfahren werden die beiden Gruppen in Reihe geschaltet; jeder Motor läuft also mit der halben Spannung, d. h. 100 V. Da nur ein Umspanner-Lüftermotor vorhanden ist, wird dieser über einen Vorschaltwiderstand angelassen, der selbsttätig kurzgeschlossen wird, sobald der Motor angelaufen und die Ankerspannung genügend hoch ist. Dann läuft der Lüftermotor für den Umspanner also mit 200 V.

Ist der Sommer-Winter-Schalter auf Winterbetrieb eingestellt, so bleibt die Schaltung der Fahrmotorenlüfter unverändert, wenn der Lüfterschalter in seine Endstellung gebracht wird; dagegen wird der Umspanner-Lüftermotor von 200 V abgeschaltet und an eine besondere Umspanneranzapfung von etwa 100 V gelegt, so daß bei Winterbetrieb alle Lüftermotoren mit 100 V laufen.

Ist der Sommer-Winter-Schalter auf Sommerbetrieb eingestellt, so werden alle Antriebsmotoren der Fahrmotoren-Lüfter parallel an 200 V gelegt. Auch der Umspannerlüfter läuft nach dem Anlassen mit 200 V weiter.

Um im Winter beim Vorheizen des Zuges von der Lokomotive aus nur den Hauptumspanner zu kühlen, nicht aber die stillstehenden Fahrmotoren, läßt man zunächst alle fünf Motoren wie vorher beschrieben anfahren. Stehen aber beide Richtungswalzen in den Führerständen in Mittelstellung, wie es bei stehender Lokomotive auch der Fall sein soll, so verliert, wenn jetzt der Lüfterschalter in die Endstellung weiterbewegt wird, zunächst das Schütz 1 seine Spannung. Die Fahrmotoren-Lüfter werden also wieder abgeschaltet. Nach dem Abfallen des Schützes 1 hört auch die Erregung von Schütz 4 auf, es fällt ab, und nun kann Strom zum Schütz 6 gelangen, wodurch der noch im Lauf befindliche Umspannerlüfter mit 100 V im Betriebe bleibt.

Schaltgerüste.

Die einzelnen elektrischen Apparate sind in zwei Gerüsten angeordnet, die außerhalb der Lokomotive zusammengebaut, dann in die Lokomotive durch die Dachöffnung eingesetzt und hier nur an die aus den Kabelkanälen kommenden Leitungen angeschlossen werden.

Das vordere Apparategerüst, Bild 26, steht an dem nicht durch die Lokomotive führenden Gang, und zwar mit der dargestellten Seite zum Gang hin. Die gelegentlich zu bedienenden Apparate liegen in der Nähe der Tür zum Führerstand.

Das hintere Apparategerüst, Bild 27, steht an dem von Führerstand zu Führerstand durchgehenden Bedienungsgang. Es wird daher mit durchlöchernten Deckblechen abgedeckt (in der Abbildung fortgelassen), nur die Überstromrelais sind unverkleidet. Das Konsol an der rechten Seite nimmt den Antrieb für die Steuerung auf. Die Bedeutung der einzelnen Apparate ist aus nachstehender Tabelle zu entnehmen:

- a) Beleuchtungs-Schalttafel
- b) Prüfumschalter
- c) Sommer-Winter-Schalter für Lüftung
- d) Klappsicherungen für Hilfs-Stromkreise
- e) Wendefeld-Widerstand für einen Fahrmotor
- f) Hilfs-Luftpumpe für Druckgas-Schalter
- g) Gleichrichter-Umspanner
- h) Selenzellen-Gleichrichter
- k) Heiz-Stromwandler
- l) Heiz-Spannungswandler
- m) Heizschütze für 800—1000 V
- n) Richtungswender für zwei Fahrmotoren
- o) Trennschütze für zwei Fahrmotoren
- p) Hand-Trennschalter für zwei Fahrmotoren
- q) Sieben Hilfsschütze für Lüfter und Ölpumpen-Motoren
- r) Anlaßschütz für den Luftpumpen-Motor
- s) Pumpenselbstschalter
- t) Überstromrelais für vier Fahrmotoren
- u) Überstromrelais für Heizung
- v) Überstromrelais für Feinregler
- w)

- Zeitrelais - Überstromrelais für 6 bis 10 A - Überstromrelais für 12 bis 20 A - Unterspannungsrelais	}	für Druckgas- Schalter
---	---	------------------------------
- x) Antrieb für die Steuerung

Anmerkung der Herausgeber:

Die Lokomotiven haben sich bisher im praktischen Betrieb bestens bewährt. Es wurden mit ihnen bereits mehrfache Meßfahrten durchgeführt, bei denen die Leistungsfähigkeit der Lokomotive voll ausgeschöpft wurde. Über das Ergebnis dieser Fahrten wird von seiten der Reichsbahn in Bälde berichtet werden.

5.40298