

# Die elektrischen Lokomotiven der Achsfolge Bo-Bo

## Bauart Siemens-Schuckertwerke.

Von Otto Michel, München.

In dem einleitenden Vorwort dieses Heftes sind hinreichend die Gründe dargelegt, welche die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft veranlaßten, der Ausbildung der Lokomotiven mit Einzelachsanantrieb die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Während bei Beginn der Elektrisierungsarbeiten auf der Strecke Augsburg—Stuttgart für die Schnellzuglokomotiven und für die schweren Güterzuglokomotiven bereits erprobte Bauarten vorhanden waren, die genügten oder weitergebildet werden konnten, waren für die Personenzüge und leichten Güterzüge geeignete Lokomotiven erst zu entwickeln. Wenn eine Lokomotive beiden Dienstarten genügen sollte, dann war das Bauprogramm ziemlich eindeutig umrissen: Die Lokomotiven mußten eine Stundenleistung von rund 80 km/h entwickeln können mit einer Stundenleistung von etwa 2000 kW bei 70% der Höchstgeschwindigkeit. Für die Lokomotiven konnten nur 4 Treibachsen in Betracht kommen, Laufachsen waren zur Verminderung des Gewichts und damit zur Herabsetzung der Anlagekosten zu vermeiden. Nach diesen Gesichtspunkten bauten unabhängig voneinander die drei Firmen Siemens-Schuckertwerke Berlin (SSW), Maffei-Schwartzkopff-Werke Wildau (MSW) und Bergmann Elektrizitätswerke Berlin (BEW) auf eigenes Risiko je eine Probelokomotive nach der Achsfolge Bo-Bo. Die Lokomotiven wurden unmittelbar vor der Vergabe der Lokomotiven für Augsburg—Stuttgart fertig und wurden sofort einem eingehenden Probetrieb unterworfen. Auf Grund der Erfahrungen, die sich nach einer kurzen Betriebszeit gewinnen ließen, entschied sich die Deutsche Reichsbahn dafür, die Lokomotiven SSW und MSW in größerer Stückzahl weiterzubauen, und zwar 20 Bo-Bo-Lokomotiven von SSW für die Strecke Augsburg—Stuttgart, und vier Stück Bo-Bo-Lokomotiven Bauart MSW (ausgeführt von der AEG) für die Strecke Freilassing—Reichenhall—Berchtesgaden. Von letzteren sind in der Zwischenzeit noch weitere vier Stück nachbestellt worden. In folgendem sei nur mehr von den Lokomotiven der Bauart SSW die Rede.

Die Probelokomotive SSW wurde in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1933, Seite 1 und folgende von Geheimrat Reichel eingehend beschrieben. Auf diese Arbeit möchte grundsätzlich zurückgegriffen werden, so daß hier in erster Linie nur die Teile behandelt werden, welche von der Probelokomotive abweichen. Daß überhaupt Änderungen in dem Aufbau und in der Ausgestaltung verschiedener Ausrüstungsteile wünschenswert wurden, ist nicht etwa darauf zurückzuführen, daß die Probelokomotive, im ganzen oder in einzelnen Teilen betrachtet, nicht entsprochen hätte; im Gegenteil, die Lokomotive versteht seit ihrer Anlieferung (nach einer kurzen Verwendung in München) in Freilassing den dortigen schweren Bergdienst zur vollen Zufriedenheit. Bei der serienmäßigen Herstellung der Lokomotive lag vielmehr der Wunsch vor, daß die reichen Erfahrungen des praktischen Betriebes der letzten Jahre restlos berücksichtigt und daß fortschreitend wichtige Ausrüstungsteile der Lokomotive vereinheitlicht werden.

Das endgültige Betriebsprogramm der Lokomotive (Bild 1), das durch zahlreiche Meßfahrten bereits nachgeprüft wurde, ist nunmehr folgendes:

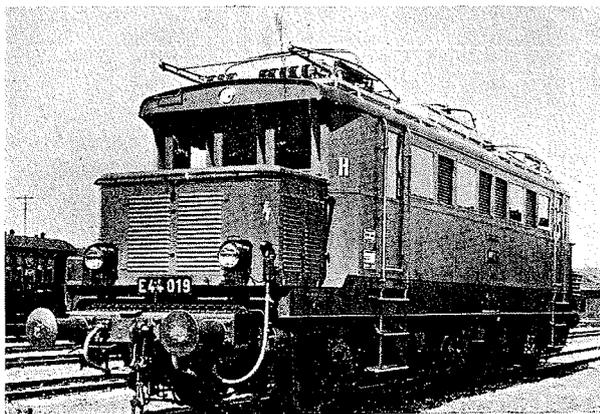


Bild 1. Ansicht der Bo-Bo-Lokomotive.

Höchstgeschwindigkeit . . . . .	80 km/h
Anhängelast von Güterzügen auf 10‰ Steigung	
dauernd . . . . .	900 t
bis 5‰ Steigung dauernd . . . . .	1200 t
Anhängelast von Personenzügen auf allen Strecken	
dauernd bis zu . . . . .	700 t
Stundenleistung bei einer Geschwindigkeit von	
73 km/h . . . . .	2180 kW
Dauerleistung bei einer Geschwindigkeit von	
80 km/h . . . . .	1840 kW

(Diese Werte sind festgelegt und geprüft nach den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformatoren auf Bahnen und anderen Fahrzeugen“ REB 1930, wobei für die Stundenleistung die Erwärmung für Dauerbetrieb zugrunde gelegt ist.)

Die übrigen Hauptkennzahlen sind:

Treibradurchmesser . . . . .	1 250 mm
Länge über Puffer . . . . .	15 200 „
Gesamter Radstand . . . . .	9 800 „
Entfernung der Drehzapfen . . . . .	6 300 „
Radstand der Drehgestelle . . . . .	3 500 „
Kastenbreite . . . . .	2 960 „
Dachhöhe über Schienenoberkante . . . . .	3 950 „
Zahl der Motoren . . . . .	4
Übersetzung der Zahnräder . . . . .	1 : 4,61
Anfahrzugkraft aus dem Stillstand 24 000 kg, sodann 21 000 kg	
5 Minuten lang bis zur Geschwindigkeit von 27 km/h.	
Gewicht der elektrischen Ausrüstung . . . . .	34,2 t
Gewicht des mechanischen Teiles einschließlich	
Dienstvorräten (Sand usw.) . . . . .	42,95 t
Gesamtgewicht . . . . .	~ 77,15 t

### Mechanischer Teil.

Der mechanische Teil, dessen Ausführung der Firma Henschel & Sohn in Kassel übertragen wurde, stimmt zum größten Teil mit der Ausführung der Probelokomotive überein. Die beiden Drehgestelle wie auch der Unterrahmen des Oberkastens sind in allen Teilen geschweißt. Bei den Drehgestellen, deren Rahmen aus 20 mm starken Flußstahlblechen hergestellt sind, wurde ein besonderes Augenmerk auf die Ausbildung der Stirnseite verwendet. Da im normalen Zugbetrieb immer mit mehr oder weniger starken Stoßbeanspruchungen gerechnet werden muß, wurde eine besondere Pufferbohle aufgesetzt und durch Schrauben mit dem Drehgestellrahmen verbunden. Ihre Hauptaufgabe ist: durch Stöße auftretende Formänderungen möglichst von den dahinterliegenden Schweißverbindungen fernzuhalten; bei Beschädigungen kann sie leicht entfernt und wieder in Ordnung gebracht oder ersetzt werden. Ein anschauliches Bild von dem Aufbau des Drehgestells gibt Bild 2. Sämtliche Querverbindungen und Versteifungen sind hier bereits angebracht; aus dem Bild ist auch ersichtlich, daß die Rahmenausschnitte für die Achskisten erst nach Fertigstellung sämtlicher Schweißarbeiten hergestellt werden. Diese Art der Arbeitsausführung ist zwar teurer als wenn die Rahmenbleche zu Paketen zusammengelegt und die Ausschnitte dann für das

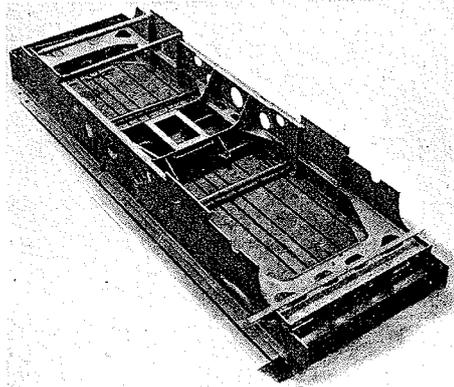


Bild 2. Drehgestell, Schweißkonstruktion von unten gesehen.

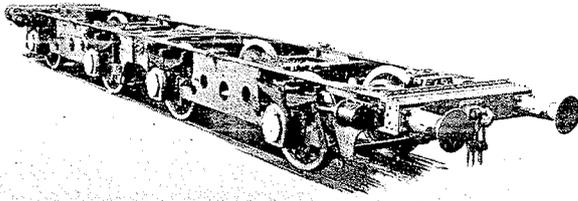


Bild 3. Zwei vollständig ausgerüstete Drehgestelle zusammgekuppelt.

ganze Paket herausgestoßen und gefräst werden; sie ist jedoch im vorliegenden Fall notwendig, um ein Verziehen der Rahmenbleche beim Schweißen zuverlässig zu vermeiden. Besonders möchte auch auf den Mittelträger hingewiesen werden, der das Drehzapfengehäuse aufnimmt und der in der vorliegenden Konstruktion sich außerordentlich widerstandsfähig gestalten ließ. Die Gewichte des Oberrahmens werden durch Federtöpfe unmittelbar auf die Rahmenbleche übertragen; der Mittelträger wird daher durch diese Kraft nicht beansprucht. Die Zug- und Stoßkräfte werden von dem einen Drehgestell auf das andere durch eine dreieckförmig ausgebildete starre Kupplung übertragen. In einem Drehgestell sind die Büchsen für das Kupplungsdreieck in den beiden Drehgestellrahmen eingebaut, in dem andern Drehgestell greift das Kupplungsdreieck unter Zwischenschaltung einer kugelförmigen Büchse an einem Zapfen an. Die Dreieckskupplungstange liegt in derselben Höhe wie der Zughaken. Eine Kraftübertragung findet daher zwischen den beiden Drehgestellen unmittelbar statt ohne Heranziehen des Oberkastens. Dieser ist in dem einen Drehgestell in der Längsrichtung festgelegt, in dem andern Gestell hat der Zapfen bzw. dessen Gehäuse in der Längsrichtung  $\pm 15$  mm Spiel, um eine zwangsfreie Einstellung der Lokomotive in Kurven zu ermöglichen. Seitlich haben beide Drehzapfengehäuse  $2 \times 10$  mm Spiel; an ihnen greifen zwei Rückstellfedern an, deren Vorspannung 3000 kg und deren Arbeitsspannung bei der größten Auslenkung von 10 mm 4000 kg beträgt. Die beiden fertigen, zusammgekuppelten Drehgestelle sind in Bild 3 ersichtlich.

Jede Achse wird von einem Motor angetrieben. Die Übertragung der Motorleistung auf die Achsen erfolgt beiderseitig über je ein kleines Rad auf ein auf der Treibradnabe sitzendes großes Zahnrad. Auch die Zahnradkörper sind in Schweißkonstruktion hergestellt. Die Zahnräder selbst waren bei der Probelokomotive mit geraden Zähnen und gefedert ausgeführt. Diese Bauart ist teuer und schwer und verursacht, wie aus Erfahrungen bei anderen ähnlichen Konstruktionen hervorgeht, in späterer Zeit erhebliche Unterhaltungskosten. Es hat sich auch ergeben, daß bei Tatzentmotoren gefederte Zahnräder die Kommutierung der Motoren vielfach ungünstig beeinflussen. Es wurden daher in dem vorliegenden Fall feste Zahnräder mit schrägen Zähnen verwendet, deren Schrägungswinkel  $20^\circ$  beträgt. Im übrigen wurden folgende Abmessungen gewählt:

Übersetzungsverhältnis	4,61	normale Teilung	$10,42 \pi$
Zähnezahlen	18/83	Stirnteilung	$11,089 \pi$
Teilkreisdurchmesser			
kleines Rad	mm 199,61		
Teilkreisdurchmesser			
großes Rad	mm 920,39		

Das Aufziehen der Zahnräder erfolgte mit besonderer Sorgfalt; die größte zulässige Abweichung der beiderseitigen Zahnflanken, auf der Stirnseite gemessen, wurde zu  $\pm 0,25$  mm festgelegt; die bei der Abnahme gemessenen größten tatsächlichen Abweichungen betragen nur  $\pm 0,15$  mm. Die Radsätze wurden mit Peyinghaus-Achskisten ausgerüstet, die sich bei sämtlichen Schnellzuglokomotiven der Reihe E 17 in mehrjährigem Betrieb aufs beste bewährt haben. Bild 4 zeigt den vollständigen Radsatz.

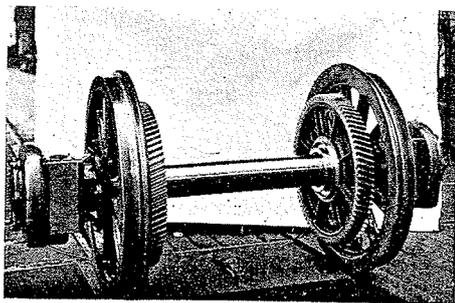


Bild 4. Radsatz mit Zahnradern.

Der Oberkasten besteht aus einem Brückenrahmen, auf dem sich der Kastenaufbau für den Maschinenraum und die beiden Führerstände aufbauten. Das Gesamtgewicht des Oberkastens einschließlich der vollständigen elektrischen Ausrüstung beträgt rund 40 t, die durch den Brückenrahmen auf die Drehgestelle übertragen werden müssen. In seinem Gerippe ist er zusammengesetzt aus den zwei außenliegenden Hauptträgern von 15 mm Stärke und 480 mm Höhe und zwei innenliegenden Zwischenträgern. Diese vier Träger sind durch entsprechende Querverbindungen versteift, die entsprechend den im Maschinenraum untergebrachten Ausrüstungen verteilt sind. Bild 5 zeigt den Brückenrahmen auf der Richtplatte von unten gesehen. Das Fußbodenblech des Maschinenraumes ist mit dem Hauptträger und sämtlichen Querverbindungen verschweißt und bildet so ein wichtiges Konstruktionselement des Brückenrahmens. Dieser ist in allen Teilen so stark durchgebildet, daß der Lokomotivkasten ohne Abbau irgendwelcher Teile innerhalb der angebrachten Marken angehoben werden kann, ohne daß bleibende Formänderungen des Rahmens eintreten. Zum Anheben des Rahmens bei Eingleisungsarbeiten sind je vier ausgebüchste Öffnungen an jedem äußeren Hauptlängsträger vorgesehen, an welchen mittels geeignet ausgebildeter Hebevorrichtungen die Drehgestelle angehängt werden können. Die konstruktive Durchbildung der Schweißverbindungen und die bei der Ausführung der Schweißarbeiten gemachten Erfahrungen werden später in einem besonderen Aufsatz eingehend behandelt werden.

Für die Ausbildung des Kastenaufbaus war von grundsätzlicher Bedeutung, daß im Maschinenraum nur ein Durchgang an einer Fensterseite ausgebildet und die Ausrüstungsgegenstände einseitig angeordnet wurden. Maßgebend für diese Entscheidung war hauptsächlich die Frage der Kühlluftführung und die bei der einseitigen Anordnung infolge des Platzgewinns erreichbare größere Zugänglichkeit aller Teile. In diesem Punkt unterscheiden sich die neuen Lokomotiven vollständig von der Probelokomotive (siehe Bild 6). Von Bedeutung ist, daß die Kühlluft des Transformators und der Motoren getrennt unmittelbar nur von außen angesaugt und in besonderen Kanälen den Lüftern zugeführt wird, die sie in die Motoren und in die Transformatorölkühler drücken. Die verbrauchte Motorkühlluft wird durch Lüftungsöffnungen der Fahrmotoren ins Freie gedrückt, die Transformatorkühlluft wird über zwei im Lokomotivdach mündende Schächte abgeleitet. Für die Jalousien ist die neue Bauart „Schweiger“ verwendet, die aus den Erfahrungen des praktischen Betriebes entstanden ist und die Feuchtigkeit und Flugschnee in zufriedenstellender Weise zurückhält (Bilder 7, 8.) Auch bei den übrigen neuen Lokomotiven werden diese Jalousien, die sich bereits bestens bewährt haben, einheitlich verwendet. Um vollkommen sicher zu gehen, sind hinter den Lüftungsgittern noch Lufträume eingeschaltet, in denen die angesaugte Luft Reste von Feuchtigkeit und Schnee ablagern kann. Aus dem Maschinenraum wird also praktisch keine Luft angesaugt. Es ist jedoch auch die Möglichkeit gegeben, durch Öffnen von Klappen an den Luftschächten Luft aus dem Maschinenraum einzusaugen, wovon besonders im Winter Gebrauch gemacht wird. Die Fenster im Durchgang sind verschiebbar, die Fenster auf der Luftkanalseite sind fest ausgeführt. Bild 9 gibt einen Blick des Maschinenraums vor dem Einbau der elektrischen Ausrüstung.

Zur Erzeugung der notwendigen Druckluft ist in einem Vorbau eine zweistufige Motorluftpumpe VV 224 der Firma Knorrbremse A.-G. aufgestellt, welche bei 329 Umdrehungen in der Minute mindestens  $100 \text{ m}^3$  Luft bei 760 mm und  $0^\circ$  von 8 at in der Stunde fördert. Die Pumpe wird durch einen Druckregler selbständig gesteuert.

Die Lokomotive ist mit Einkammerdruckluftbremse und mit Zusatzbremse ausgerüstet. Als Handbremse ist wie bei allen elektrischen Lokomotiven eine Spindelbremse mit lotrechtem Handrad und Stellungsanzeiger vorgesehen. Der Vorrat an Druckluft für Bremszwecke beträgt 800 l, für alle übrigen Zwecke (Stromabnehmer, Hauptschalter, Sandstreuer) 200 l.

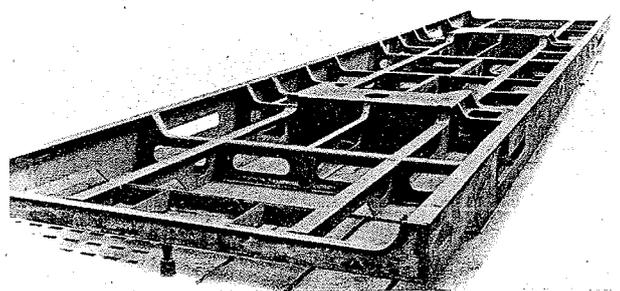
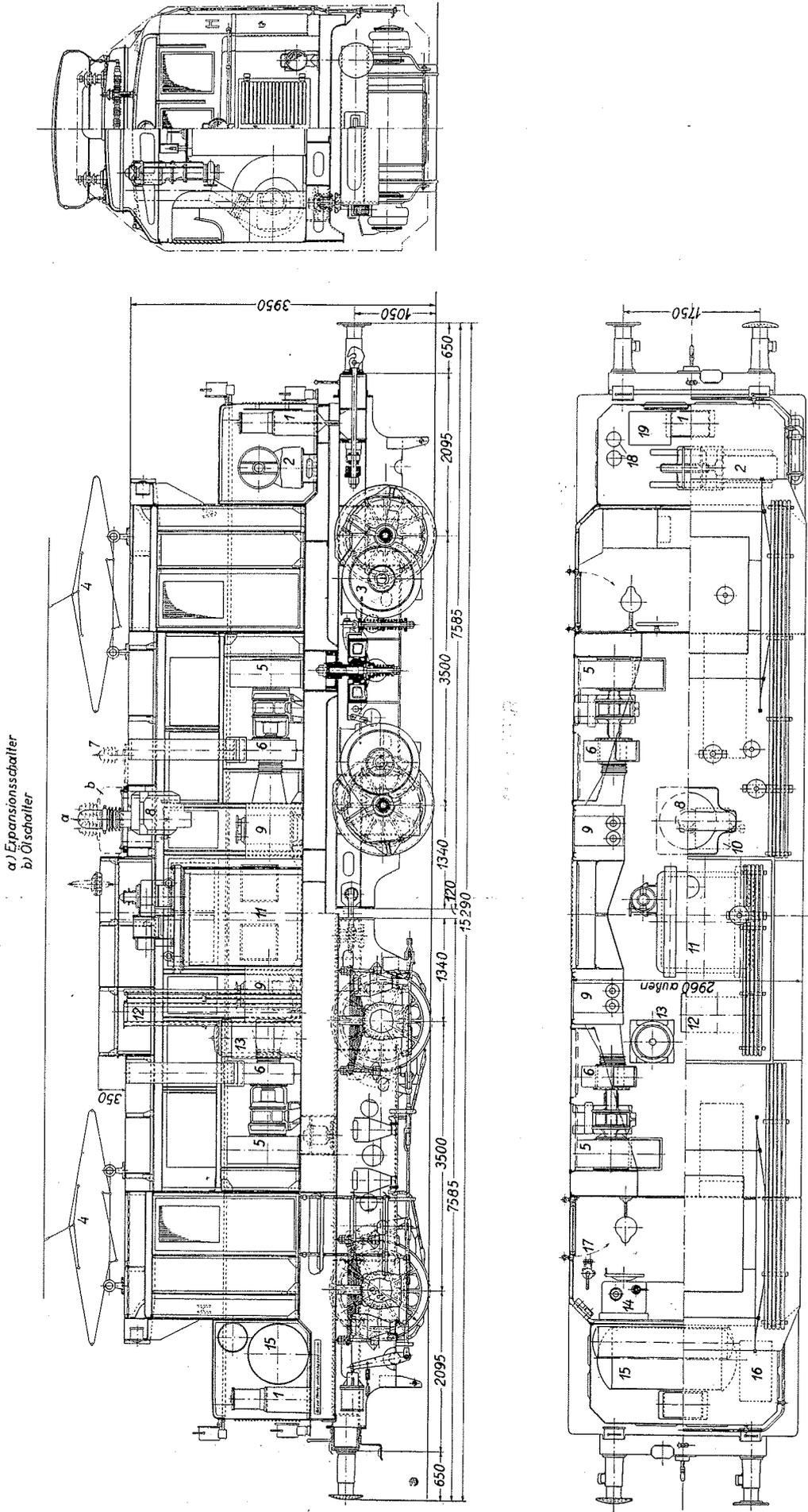


Bild 5. Unterrahmen des Oberkastens von unten gesehen.



a) Expansionschalter  
b) Ölchalter

17 = Führerbremsventil  
18 = Sauger  
19 = Geräteschrank

13 = Feinregler  
14 = Hintere Fahrschalter  
15 = Luftbehälter  
16 = Batterie

Bild 6. Zusammenstellung der Lokomotive.

9 = Motorlüfter  
10 = Ölkühler  
11 = Richtungswender  
12 = Nockenschaltwerk

1 = Achsdruckausgleichvorrichtung  
2 = Motorluftpumpe  
3 = Tatzmotor  
4 = Stromabnehmer

5 = Motorlüfter  
6 = Transformatorlüfter  
7 = Spannungswandler  
8 = Hauptschalter

9 = Motorlüfter  
10 = Ölkühler  
11 = Richtungswender  
12 = Nockenschaltwerk

13 = Feinregler  
14 = Hintere Fahrschalter  
15 = Luftbehälter  
16 = Batterie

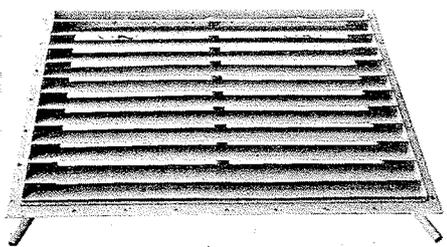


Bild 7. Lüftungsgitter Bauart Schweiger, von außen gesehen, mit Wasserablauf.

Sämtliche Achsen sind einseitig gebremst. Die Bremsklötze sind in Radmitte angeordnet.

Als Sandstreuer sind Prebluftsandstreuer mit saugenden Düsen und hoch durchgeführtem Sandentnahmerohr verwendet. Je nach Einstellung des Sandstreuahns kann die in der Fahrtrichtung vordere Achse allein oder können alle vier Achsen gleichzeitig besandet werden. Die Luft wird den Düsen unmittelbar von dem Sonderluftbehälter über ein Ventil zugeführt, das durch die von dem Lufthahn kommende Druckluft gesteuert wird.

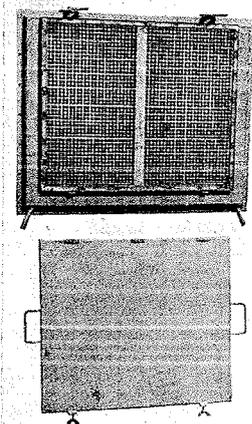


Bild 8. Lüftungsgitter Bauart Schweiger, von innen gesehen, mit Abdeckblech.

In den beiden Vorhauben der Lokomotive ist je eine Achsdruckausgleichvorrichtung (Bild 10) angebracht, die so bemessen ist, daß bei 20,4 t Anfahrzugkraft sich die günstigsten Achsdruckwerte einstellen.

#### Elektrischer Teil.

Die Stromabnehmer der Lokomotive sind mit 2100 mm Bügelbreite nach der bewährten Einheitsausführung der DRG hergestellt. Von den Stromabnehmern wird der Strom zunächst über Dachtrennschalter geführt, die von dem Maschinenraum aus betätigt werden können, und die gestatten, im Bedarfsfalle jeden Stromabnehmer von der zum Hauptschalter führenden Sammelschiene abzutrennen.

Für den Hauptschalter wurden zwei Bauarten verwendet. Die zwölf für die Reichsbahndirektion Stuttgart bestimmten Lokomotiven erhielten den bewährten Einheitsölschalter Bauart BBC, der bei der überwiegenden Zahl aller elektrischen Fahrzeuge der DRG verwendet ist. Die acht für die Gruppenverwaltung Bayern bestimmten Lokomotiven erhielten einen neuen von Siemens-Schuckert ausgebildeten Expansionschalter (siehe Bild 11). Der Schalter ist einpolig ausgeführt für 16,5 kV und 600 A Dauerstrom. Bevor die Entscheidung zu seiner endgültigen Verwendung gefällt wurde, wurden im Unterwerk Pasing eingehende Versuche vorgenommen. Bei diesen Versuchen war er in der Fahrleitung des Unterwerksanschlußgleises angeschlossen. Auf den Kurzschluß arbeiteten vier Generatoren, davon zwei im Walchenseewerk und zwei bei

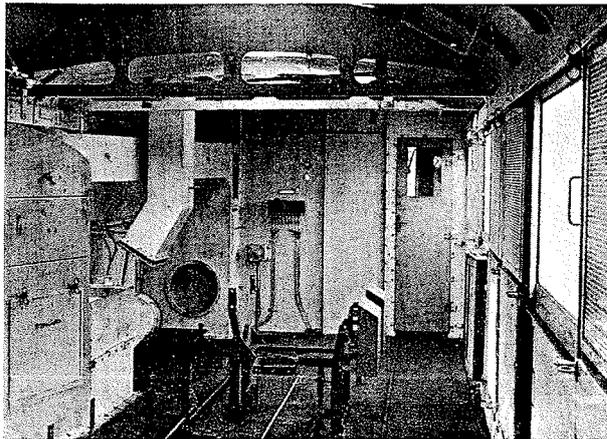


Bild 9. Maschinenraum, Lüftungskanal vor Einbau der elektrischen Ausrüstung.

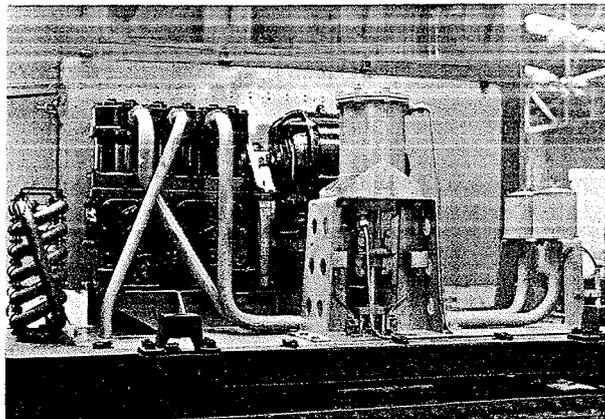


Bild 10. Achsdruckausgleichvorrichtung.

der Mittleren Isar. Im Unterwerk waren drei Transformatoren von je 5000 kVA (9% Kurzschlußspannung) parallel geschaltet, außerdem arbeiteten auch die Nachbarunterwerke auf die Kurzschlußstelle. Die Abschaltleistung betrug hiernach etwa 75 000 kVA. Zweimal hatte der Schalter einen Kurzschluß abzuschalten, der durch zwei hintereinanderliegende Schalter eingeleitet wurde, zweimal wurde der Schalter auf den Kurzschluß zugeschaltet. Bei diesen Abschaltleistungen betrug der Expansionsverbrauch jedesmal etwa 0,25 l. In allen Fällen arbeitete der Schalter durchaus zufriedenstellend, der Abbrand des Schaltstückes und des Schaltstiftes war gering. Die Abhängigkeit des Schaltstiftweges von der Zeit, sowie die mittlere Schaltgeschwindigkeit beim Ein- und Ausschalten ist in Bild 12 dargestellt. Außer diesen Hochleistungsversuchen wurde der Schalter noch 200 Abschaltungen mit Betriebsstromstärken von 75—300 A unterzogen. Die Belastung wurde dabei durch einen Wasserwiderstand dargestellt. Bei diesen „Betriebschaltungen“ ergab sich ein Expansionsverbrauch von insgesamt 100 g. Ein Abbrand der Kontakte konnte bei diesen Versuchen überhaupt kaum festgestellt werden. Nach dem günstigen Verlauf dieser Versuche wurde die Verwendung des Expansions Schalters für acht Lokomotiven beschlossen.

Bei der konstruktiven Durchbildung des Expansions Schalters wurde erreicht, daß er in die gleiche Grundplatte eingebaut werden kann wie der bisherige Einheitsölschalter. Im übrigen erfüllt er die von der DRG gestellten Forderungen: Die Abschaltstromstärke kann durch einen Überstromauslöser eingestellt werden; treten erhöhte Ströme auf bis zum Dreifachen des eingestellten Wertes, dann erfolgt Abschaltung nach der auf einer Skala einstellbaren Zeit. Übersteigt die Stromstärke den dreifachen Wert, dann schaltet er sofort, ohne jede Verzögerung, ab; außerdem ist er versehen mit einer Nullspannungsauslösung und mit einem Auslöserrelais, das von dem Führerstand aus betätigt werden kann oder durch den Heizstromauslöser beeinflußt wird; schließlich kann der Schalter auch von Hand von jedem Führerstand aus ausgeschaltet werden. Um den mechanischen einwandfreien Bau des Schalters sicherzustellen, wurden mit den ersten Schaltern auf dem Prüffeld rein mechanisch mehr als 10 000 Schaltungen vorgenommen.

Bei zwölf Lokomotiven ist vor dem Hauptschalter ein Trockenspannungswandler der Firma Koch & Sterzel für 17 000/170 V eingebaut, so daß der Führer durch den Fahrdrachts Spannungsmesser unmittelbar die Fahrdrachtspannung erkennen kann. Ein besonderes Merkzeichen (angeschlossen an die 200 V Stufe des Transformators) zeigt dem Führer an, ob der Hauptschalter ein- oder ausgeschaltet ist und damit die elektrischen Ausrüstungsteile des Maschinenraums unter Spannung stehen oder spannungslos sind. Bisher war das Oberspannungsvoltmeter (entsprechend geeicht) an die 200 V Stufe angeschlossen, so daß wegen des von der Belastung abhängigen Spannungsabfalls im Transformator die Oberspannung nur ungefähr angezeigt wurde. Durch die Verwendung des Trockenspannungswandlers kann die

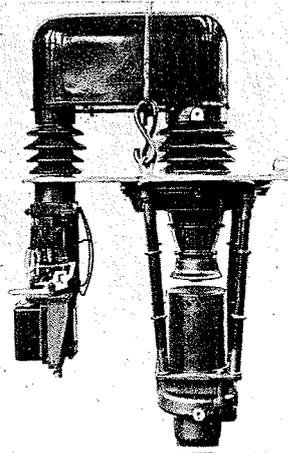


Bild 11. Expansionschalter.

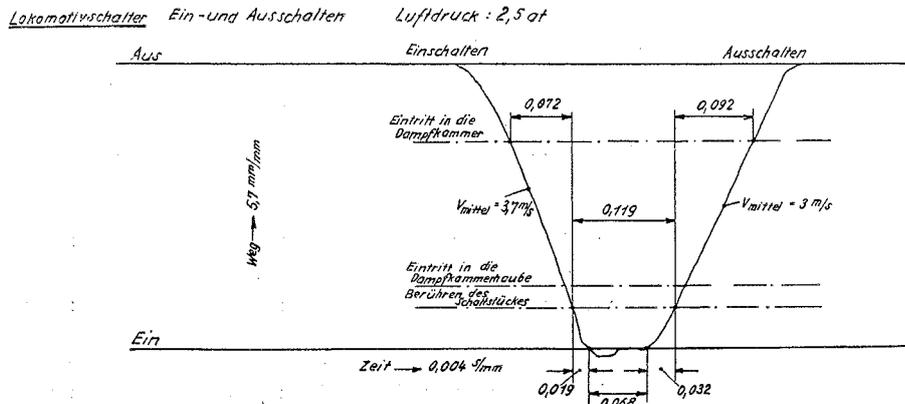


Bild 12. Schaltzeiten des Expansionschalters.

Höhe der Fahrdrabtspannung einwandfrei festgestellt werden; was aber noch wichtiger ist, der Führer kann bei Störungen sofort erkennen, ob der Fahrdrabt spannungslos ist oder ob der Hauptschalter wegen einer Störung der Lokomotiv-ausrüstung abgeschaltet hat. Schließlich soll mit dem Trocken-spannungswandler und dem im Transformator angebrachten Stromwandler angestrebt werden, die verbrauchte Arbeit durch Zähler zu messen. Diesbezügliche Versuche sind bereits im Gange. Der Trockenspannungswandler wiegt 75 kg, ist im Dach eingebaut und benötigt wenig Platz. Die zum Anzeigeelement im Führerstand führende Leitung ist am Spannungswandler durch besondere Sicherungen gesichert, außerdem sind sie getrennt von den übrigen Steuerleitungen in besonderen geerdeten Stahlpanzerrohren zum Instrumenten-kasten geführt.

Der Transformator ist als Manteltransformator mit Öl-umlaufkühlung ausgeführt. Er ist ausgelegt für eine Dauerleistung von 1450 kVA bei  $\cos \varphi = 0,9$  (gemessen nach REB 1930), im Winter kann außerdem eine Heizleistung von 250 kW während der Fahrt abgegeben werden. Seine Kurzschlußspannung beträgt 6,8 vH. Ober- und Unterspannungswicklung sind in Sparschaltung hintereinandergeschaltet; die Nieder-spannungswicklung ist im Lokomotivrahmen zuverlässig geerdet. Etwa 10 vH der Gesamtwindungszahl auf der Hoch-voltseite sind zum Schutz gegen Wanderwellen verstärkt isoliert. Der Transformator steht in einem geschweißten Eisenblechkessel, der außer dem Transformator selbst noch

angebracht und ist für eine Leistung von 2,4 kW bei 200 V und 1925 U/min ausgelegt. Die zur Kühlung des Öles erforderliche Luft wird über Jalousien unmittelbar aus dem Freien ange-saugt, in eine Beruhigungskammer geleitet; sie durchströmt die beiden Kühler und wird durch je einen Lüfter in zwei be-sonderen Schächten über das Dach ins Freie gedrückt.

Jede Achse wird durch einen achtpoligen Fahrmotor an-getrieben, der sein Drehmoment über die beim mechanischen Teil bereits beschriebenen Zahnräder überträgt. Die Leistung der Motoren geht aus Bild 13 hervor; es sei auch hier erwähnt, daß die Stundenleistung, wie es jetzt einheitlich bei sämtlichen ausländischen Verwaltungen mit elektrischem Zugbetrieb er-folgt, mit der Erwärmung der Dauerleistung gemessen ist. Wir haben hiernach folgende Leistungswerte:

Bei km/h Geschwin- digkeit	Anfahr- leistung	Stunden- leistung	Dauer- leistung
27	375 kW	260 kW	~
56	~	495 kW	405 kW
73	~	545 kW	~
80	~	~	460 kW

nach REB

Der Motor ist im allgemeinen in gleicher Weise ausgeführt wie der Motor der Probelokomotive. Auf Grund der Erfah-rungen des Probetriebs sind für die Serienherstellung der 80 Motoren zwar einige Änderungen durchgeführt worden, die jedoch nicht von grundsätzlicher Bedeutung sind. Trotz der großen Zahl der neuen Motoren haben sich die Siemens-Schuckertwerke entschlossen, sämtliche Motoren in Schweiß-konstruktion herzustellen, um die Gewichte genau einhalten

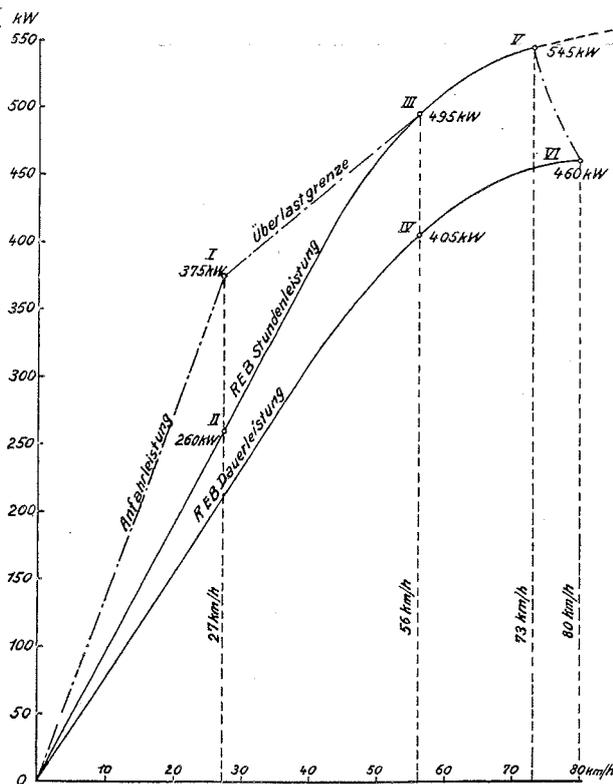


Bild 13. Leistung der Fahrmotoren.

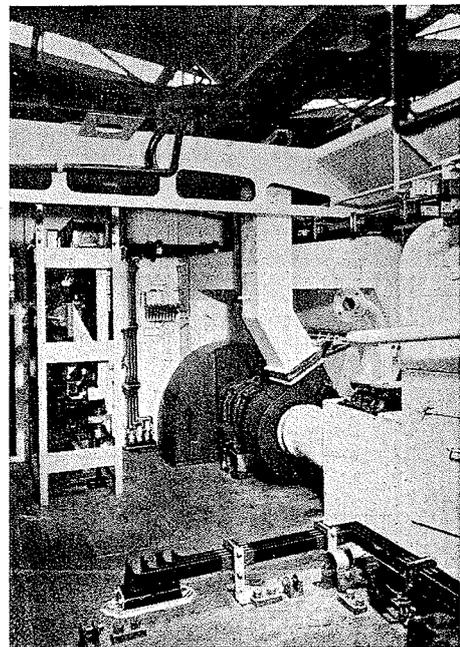


Bild 14. Maschinenraum mit Lüfteraggregat.

I Streckenabschnitt	2 Streckenlänge km	3 Fahrzeit Min.	4 Weg unter Strom km	5 Zeit unter Strom Min.	6 Mittlere Geschwindigkeit k/hm	Zugeführte kWh				11 Transformatorverluste ( $\eta=4\%$ ) kW/h	12 Heizung kW/h
						7 Hochspannungszeitig mit Heizung kWh	8 ohne Heizung kWh	9 Fahrmotoren kWh	10 Hilfsmotoren kWh		

Meßfahrten mit

Freilassing—München Ost Rbf.	134,4	185,0	90,50	116,0	42,9	2468	2465	2268,67	96,83	99,50	23,0
München Hbf.—Salzburg . . .	153,2	125,3	90,50	73,5	73,3	2109	1738,7	1606,45	47,95	84,30	370,3
Salzburg—München Hbf. . . .	153,2	124,5	114,0	89,5	73,9	2241	1885,0	1751,44	43,93	89,63	356,0
München Hbf.—Salzburg . . . .	153,2	162,8	85,2	—	56,5	2447	2102,8	1937,36	67,44	98,00	344,2
Salzburg—München Hbf. . . . .	153,2	165,8	98,6	—	55,5	2778	2326,5	2147,74	67,66	111,10	451,5

zu können. Tatsächlich betrug der Unterschied im Gewicht der vollständigen Motoren weniger als 30 kg. Wegen der Ausführung der Schweißkonstruktion darf auf den bereits erwähnten Aufsatz von Reichel (Elektrische Bahnen 1933 Seite 6) hingewiesen werden. Parallel zu der Wendepolwicklung jedes Motors ist zur Verbesserung der Kommutierung ein induktionsfreier Widerstand geschaltet, der im Brückenrahmen über den Motoren angebracht ist und zur Kühlung von der Motorkühlluft bespült wird.

Da feste Zahnräder mit Schrägverzahnung verwendet werden, muß die Läuferwelle ein axiales Spiel haben. Die Rollenlager lassen ein Höchstspiel von  $\pm 3$  mm zu, bei abgenutzten Anlaufflächen des Tatzlagers und ungünstigen Verhältnissen wird jedoch das praktische Spiel unter  $\pm 2$  mm bleiben.

Die Stromzuführung zum Kommutator erfolgt durch acht Bürstenhalter mit je acht Kohlenbürsten mit einer Abmessung von je  $32 \times 10 \times 50$  mm. Je zwei Bürsten sind in einer Tasche zusammengefaßt; jede Bürste wird durch einen federnden

Druckfinger angepreßt, der an einer Bürstenbrücke angebracht ist; an dieser greift eine als Wickelfeder ausgebildete Hauptfeder an. Der Anpressungsdruck einer Bürste beträgt etwa  $250 \text{ g/cm}^2$ .

Der Luftspalt beträgt 3,3 mm. Besondere Sorgfalt wurde bei der Ausbildung der Rollenlager und des Labyrinths darauf verwendet, daß das Fett der Läuferrollenlager nicht in den Motor gelangen kann, wobei auf die verschiedenen Luftströmungen der Sommer- und Winterlüftung Rücksicht zu nehmen war.

Zur Kühlung ist für je zwei Fahrmotoren ein Lüfter vorgesehen. Jeder Lüfter wird durch einen Motor angetrieben, der gleichzeitig je einen Lüfter für die Transformatorkühler antreibt (Bild 14). Die Kühlluft wird durch Lüftungsgitter angesaugt, die in einer Seitenwand des Maschinenraums enthalten sind; Läufer und Stator werden durch getrennte Luftmengen bespült und gekühlt. Bei der Durchbildung der Luftkanäle im Motor wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß die Luft strömungstechnisch einwandfrei ohne Wirbelbildung durch den Motor geführt wird. Der Lüftermotor hat eine Leistung von 13 kW bei 200 V und etwa 1750 U/min. Die Lüftungsräder sind auf die Wellenstümpfe des Lüftermotors aufgekeilt. Jeder Lüfter fördert bei der angegebenen Drehzahl etwa  $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$  Luft gegen 170 mm WS.

Die Regelung der Zugkraft und Geschwindigkeit der Motoren und damit der Lokomotive erfolgt durch die Steuerung, die als mechanisch betätigte Feinreglersteuerung ausgebildet ist. Die Schaltung der Hauptstromkreise geht aus dem Bild 15 hervor. Die Feinreglersteuerung ist in dieser Zeitschrift schon mehrfach nach ihrem grundsätzlichen Aufbau und in ihren Einzelheiten behandelt worden<sup>1)</sup>. Auf eine Einzeldarstellung kann daher in diesem Rahmen verzichtet werden. Da diese Steuerung, wie in dem Vorwort zu diesem Heft hervorgehoben, als Einheitssteuerung für die gegenwärtigen und für die neuen Lokomotivbestellungen gewählt wurde, war es jedoch notwendig, alle Teile der Steuerung auf Grund langjähriger Betriebserfahrungen konstruktiv nochmals durcharbeiten. Der Aufbau des Nockenschalters geht aus Bild 16 hervor. Wir sehen hier entsprechend den 15 Fahrstufen die 15 Nockenschalter, die kräftig ausgebildet und in einem Rahmen untergebracht sind, der als

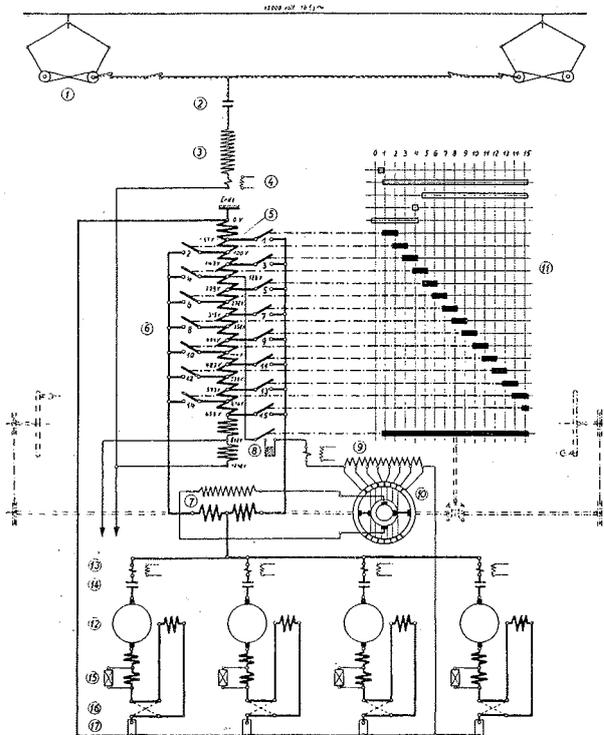


Bild 15. Bo-Bo Michel-Schaltung der Hauptstromkreise Bo-Bo Lok. Augsburg—Stuttgart 1932.

- 1. Stromabnehmer mit Dachtrennschalter
- 2. Hauptschalter
- 3. Transformator, Oberspannungswicklung
- 4. Oberstromwandler
- 5. Transformator, Niederspannungswicklung
- 6. Nockenschalter
- 7. Zusatztransformator
- 8. Erregerschalter mit Widerstand
- 9. Spannungsteiler
- 10. Feinregler
- 11. Fahrtschalter
- 12. Fahrmotoren
- 13. Motorstromwandler
- 14. Trennschütze
- 15. Wendefeldwiderstand
- 16. Richtungswender
- 17. Motortrennschalter

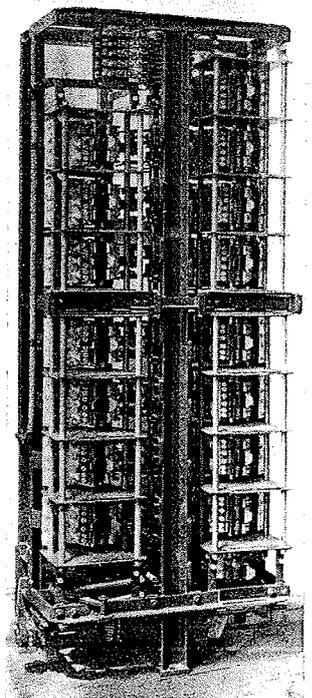


Bild 16. Nockenschaltwerk.

<sup>1)</sup> Elektrische Bahnen 1925, S. 24 Hille: Über Schaltwalzensteuerungen. Elektrische Bahnen 1930, S. 305 Tetzlaff: 1 BB 1-Güterzuglokomotiven der Deutschen Reichsbahn. Elektrische Bahnen 1932, S. 284 Törpisch: Elektrische Bo-Bo Reichsbahnlokomotive, Bauart MSW. Elektrische Bahnen 1933, S. 64 Kopczynski: Strom- und Spannungsverhältnisse bei der Feinreglersteuerung für Lokomotiven nach der Bauart MSW.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Anzahl der tkm			Wh Bbtkm	Wh Ltkm	Arbeit am Zughaken		Wirkungs- grad der Lokomotive $\eta$ Sp. 18 Sp. 8	Mittlere Zugkraft (Zugkaken) t	Einzelverbrauch für Hilfsmotoren			
Loktkm <sup>1)</sup>	Bbtkm <sup>2)</sup>	Ltkm <sup>3)</sup>			kWh	kmt			Kom- pressor kWh	Öl- pumpe kWh	Lüfter 1 kWh	Lüfter 2 kWh

### Lokomotive Bo—Bo E 44 011

Achsen: 124 Wagenzahl: 59												
10 210	127 280	137 490	19,40	17,94	1804,0	661,3	73,2	7,3	15,81	13,914	32,69	34,42
Achsen: 50 Wagenzahl: 12												
11 640	88 090	99 730	19,72	17,45	1230	451,0	70,8	4,98	6,45	7,332	16,93	17,23
11 640	88 090	99 730	21,40	18,90	1355	496,8	72,0	4,35	4,97	6,601	15,98	16,38
Achsen: 46 Wagenzahl: 11												
11 640	77 670	89 310	27,10	23,60	1445	530,2	68,6	6,23	9,50	9,904	23,74	24,29
11 640	77 670	89 310	30,0	26,1	1629	597,3	70,0	6,05	9,18	10,378	23,74	24,36

1) Lokomotiv-Tonnenkilometer. 2) Betriebs-Brutto-Tonnenkilometer. 3) Lokomotiv-Leistungs-Tonnenkilometer.

Ganzes in dem Maschinenraum eingesetzt und aus diesem entfernt werden kann. Links oben sind die fünf Kontakte für den Steuerstrom und die Lüfter, rechts unten ist der Erregerschalter zu erkennen. Der Feinregler selbst ist ebenfalls in verstärkter Form ausgebildet worden; er ist stehend angeordnet, die einzelnen Lamellen sind durch kräftige Widerstandsänderer mit den Anzapfungen des Spannungsteilers verbunden. Im allgemeinen soll der Feinregler in gleicher Achse mit dem Nockenschaltwerk angetrieben werden; im vorliegenden Falle mußte jedoch aus Rücksicht auf die Ausbildung des Unterraumens der Feinregler verschoben werden, so daß ein Kettenantrieb zwischen Nockenschaltwerk und Feinregler notwendig wurde. Die rein mechanisch zu betätigende Steuerung läßt sich leicht und ohne besonderen Kraftaufwand von dem Führerschalter aus betätigen; um dies zu erreichen, sind alle Lager des Gestängeantriebs mit Rollenlager versehen worden. Aus dem Schaltbild können wir ferner erkennen, daß oberspannungsseitig vor den Motoren besondere Trennschütze angeordnet sind, die bei Überlastungen einzelner Motoren ausschalten, und durch die von dem Führerstand aus sämtliche Motoren zusammen ausgeschaltet werden können. Auf der Niederspannungsseite sind Trennschalter angebracht, die bei Außerbetriebsetzung eines Motors betätigt werden sollen.

Die Änderung der Fahrtrichtung wird durch Umkehrung der Stromrichtung in den Erregewicklungen der Fahrmotoren mittels eines Richtungswenders vorgenommen, der für sämtliche vier Fahrmotoren gemeinsam ist. Er besitzt vier Kontaktbürsten; zum Antrieb dienen zwei Druckluftzylinder mit elektrisch gesteuerten Ventilen.

Die Führerstands-ausrüstung (Bild 17) stimmt mit der einheitlichen Ausrüstung der neuen elektrischen Reichsbahnlokomotiven in weitestem Maß überein, so daß auf Einzelheiten

nicht eingegangen zu werden braucht. Erwähnt sei lediglich der Fahrshalter, dessen Handrad in lotrechter Ebene angebracht ist; jede halbe Umdrehung des Handrades entspricht einer Fahrstufe. Der Fahrshalter enthält eine Richtungswalze, einen Ausschaltknopf und einen Stufenzeiger, der die jeweilige Stellung des Nockenschaltwerks anzeigt. Die Nockenwalze des Schaltwerkes und die Richtungswalze des Fahrhalters sind gegeneinander verriegelt.

An sonstigen Einrichtungen der Lokomotive sind noch zu erwähnen der Motor für die Luftpumpe, der bei 1800 U/min und 200 V eine Dauerleistung von 11,5 kW besitzt, die Ausrüstung für die elektrische Zugheizung, die hinsichtlich der Schaltung und der konstruktiven Durchgestaltung in allen Teilen mit den Ausführungen der neueren Lokomotiven einheitlich übereinstimmt, ferner die Beleuchtung. Diese erfolgt durch Gleichstrom von 24 V; der Gleichstrom wird aus Einphasenstrom durch einen Kupferoxydultrockengleichrichter erzeugt und in einer Batterie aufgespeichert. Der Trockengleichrichter liefert einen Strom von 15 A bei 24 V. Als Speicher ist die Bauart II G O 50 mit 52 Ah bei dreistündiger Entladung vorgesehen.

Ein besonderes Interesse dürften schließlich noch die Apparategerüste finden. Im Maschinenraum sind zwei Gerüste vorhanden, in denen die sämtlichen Hilfsapparate untergebracht sind. Bild 18 a zeigt das vordere Gerüst mit dem

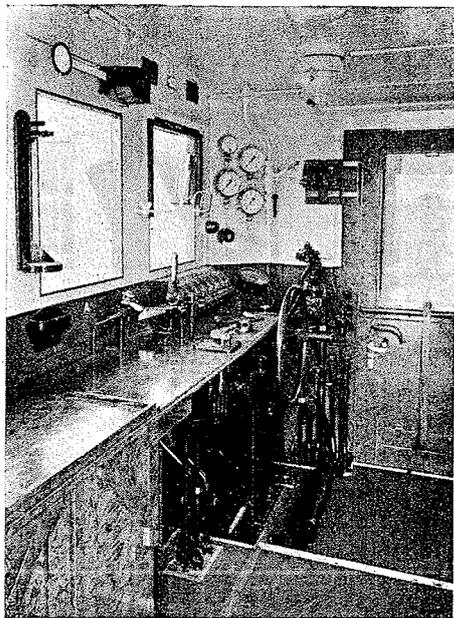


Bild 17. Führerstand.

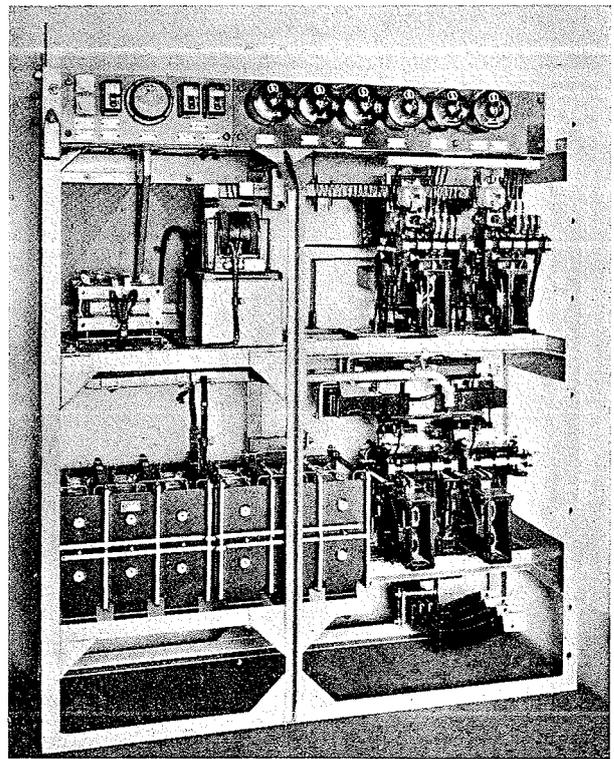


Bild 18 a. Vorderes Apparategerüst, Ansicht von vorn.

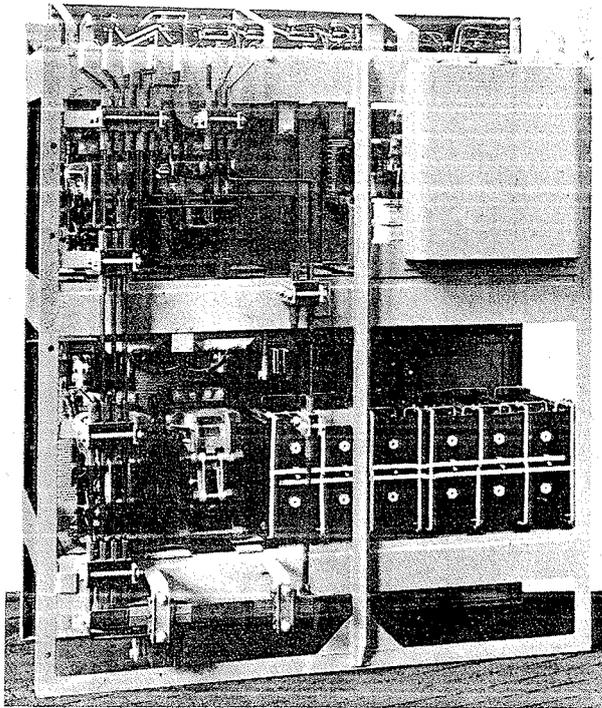


Bild 18 b. Vorderes Apparaterüst, Ansicht von rückwärts.

Trockengleichrichter, dem zugehörigen Transformator, rechts oben die Heizschütze für 800 und 1000 V, rechts unten die beiden Trennschütze für die Motoren 1 und 2. Oben auf dem Gerüst sind die Schalter für die Bedienung des Trockengleichrichters und für die Beleuchtung untergebracht, ihnen reihen sich die

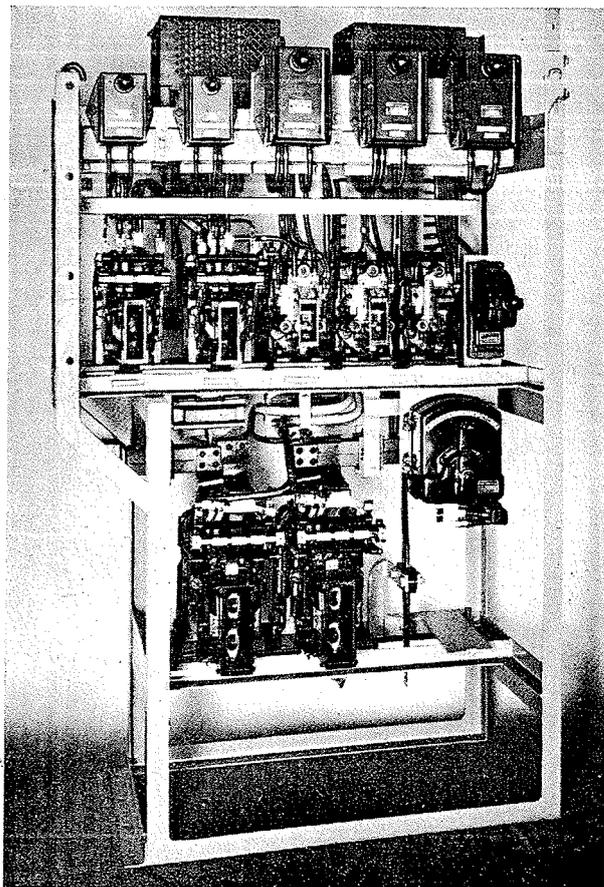


Bild 19 a. Hinteres Apparaterüst, Ansicht von vorn.

Überstromauslöser für die Heizung, für den Spannungsteiler und für die vier Motoren an. Auf Bild 18 b ist das gleiche Gerüst von rückwärts zu sehen. Auf dem hinteren Apparaterüst (Bild 19 a) sind oben untergebracht sämtliche Sicherungen für die Hilfsmotoren und für den Steuerstrom, weiter unten folgen Schütze für die Hilfsmotoren, in der untersten Abteilung sind die zwei Trennschütze für die Motoren 3 und 4 zu sehen. Ferner ist zu erkennen der Schalter für Sommer- und Winterlüftung, und schließlich der Prüfschalter. Bild 19 b zeigt das hintere Apparaterüst von rückwärts. Der Aufbau der Apparaterüste kann als besonders glücklich bezeichnet werden. Beim Zusammenbau der Lokomotive wurden die Gerüste außerhalb der Lokomotive in allen Teilen vollständig fertiggestellt und über das Dach in den Maschinenraum eingesetzt. Ebenso können sie im Bedarfsfall wieder im ganzen ausgebaut werden. Die Apparaterüste sind im Maschinenraum so aufgestellt, daß alle Teile von vorn und rückwärts zugänglich sind, leicht überwacht und unterhalten werden können.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß die Lokomotive mit der nunmehr einheitlich verwendeten Sicherheitsfahrerschaltung Bauart Brown Boveri ausgerüstet ist<sup>2)</sup>. Auf Bild 17 des Führerstandes ist das zur Sicherheitsfahrerschaltung gehörige Fußpedal Bauart Brown Boveri, ferner über dem Mittelfenster die Störscheibe<sup>3)</sup> zu erkennen.

#### Betriebsergebnisse.

Mit den ersten Lokomotiven der neuen Serie wurde nach ihrer Inbetriebsetzung eine Reihe von Versuchsfahrten durchgeführt. Das Ergebnis dieser Fahrten ist in jeder Beziehung zufriedenstellend. Die Lokomotive läuft bei allen Geschwindigkeiten durchaus ruhig, der Einlauf in Kurven ist sanft und völlig stoßfrei. Die Lokomotive ist zweckmäßig abgefedert, was sich vor allem auch für den Führer auf dem Führerstand angenehm bemerkbar macht. Die Feinreglersteuerung mit ihrer stetigen Steigerung der Zugkraft bewährt sich auf das beste da die Adhäsion jederzeit voll ausgenützt werden kann und sich so die jeweils größten Beschleunigungen erreichen lassen.

Bei den Meßfahrten mit einem Durchgangsgüterzug wurde auf der Strecke Freilassing—München eine Anhängelast von

<sup>2)</sup> Elektrische Bahnen 1930, S. 137. Beier und Mührer: Sicherheitsfahrerschaltung für elektrische Triebfahrzeuge nach System BBC.

<sup>3)</sup> Elektrische Bahnen 1930, Januarheft S. 24 im Aufsatz Balke, Sicherheitsfahrerschaltung für elektrische Hauptbahn-Fahrzeuge.

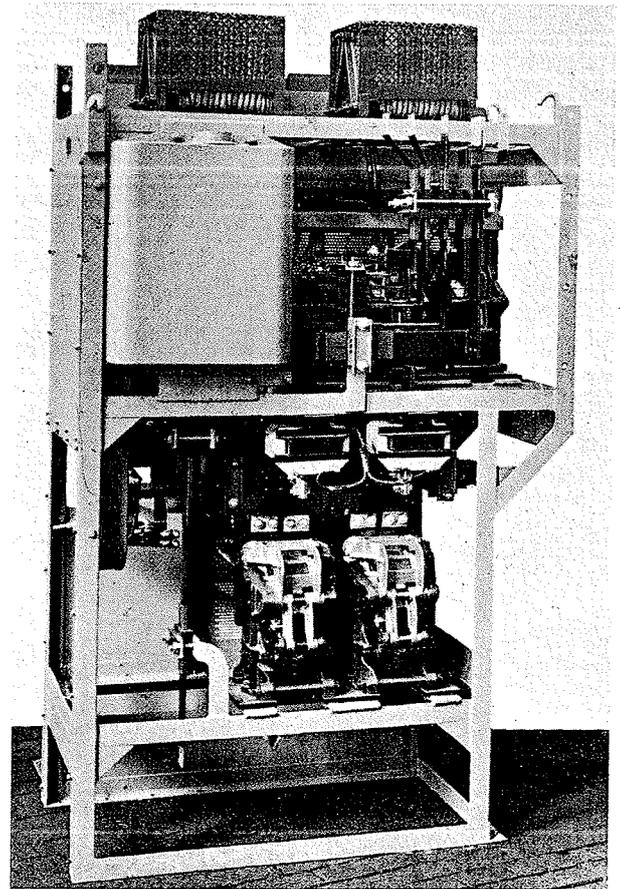


Bild 19 b. Hinteres Apparaterüst, Ansicht von rückwärts.

047 t befördert. Die Zahl der Achsen betrug 124, die Zahl der Wagen 59. Bei dieser Gelegenheit wurden auf Steigungen von  $10\%$  mehrere Anfahrten durchgeführt. Als höchste Anfahrzugkraft am Zughaken des Meßwagens wurden rd. 24 000 kg gemessen; die Geschwindigkeit von 39 km/h wurde in 180 s nach 1260 m Weg erreicht. Hierzu waren 15,3 km t Arbeit am Zughaken notwendig. Die Zugkraft im Mittel betrug 16 000 kg. Die Beharrungsgeschwindigkeit betrug schließlich 42 km/h.

Anlässlich dieser Meßfahrten wurden auf der gleichen Strecke versuchsweise Schnellzüge mit 80 km/h Höchstgeschwindigkeit durchgeführt. Die Anhängelast betrug 575 t. Beim Anfahrversuch in Teisendorf bei  $10\%$  Steigung ergab sich eine Anfahrzugkraft von 20 000 kg. Der Zug wurde in 117 s nach 1520 m Weg auf 60 km/h beschleunigt. Die mittlere Zugkraft betrug hierbei 12 000 kg, der Arbeitsverbrauch am Zughaken war 16 km t. Die erreichte Höchstgeschwindigkeit auf der Steigung von  $10\%$  betrug 80 km/h.

Schließlich wurden auch Personenzüge zwischen München und Salzburg und zurück mit je 25 Halten der allgemein verkehrenden Personenzüge bei einer Anhängelast von 507 t gefahren. Die gesamte Fahrzeit betrug für die 153,2 km lange Strecke auf dem Hinweg 162,8 min, auf dem Rückweg 165,8 min. Die mittlere Geschwindigkeit betrug auf dem Hinweg 56,5 km/h bzw. 55,5 km/h auf dem Rückweg. Diese Fahrten stellten besonders hohe Anforderungen an die Fahrmotoren und an die Steuerung. In allen Fällen wurde das Versuchsprogramm anstandslos durchgeführt, die Erwärmungen blieben in allen Fällen innerhalb der zulässigen Grenzen. Die am Haupttransformator erreichte Höchsttemperatur betrug  $52^\circ$ . Die Kommutierung der Fahrmotoren hat auf allen Fahrten entsprochen.

Zum Schluß sei auf die Tabelle auf Seiten 162 und 163 hingewiesen, die eine Übersicht über die bei den Meßfahrten erzielten Werte und die erreichten Wirkungsgrade enthält.

## Die Triebwagenzüge für den Stuttgarter Nahverkehr der Deutschen Reichsbahn.

Von Reichsbahnoberrat Dipl.-Ing. Tetzlaff, Berlin, und Reichsbahnoberrat Bretschneider, Stuttgart.

### Verkehrsgrundlagen.

Der Verkehr auf den seit 15. Mai 1933 in vollem Betrieb befindlichen Nahbahnen von Stuttgart nach Ludwigsburg und Eßlingen, deren Linienführung neben den teils mit Dampf und teils elektrisch betriebenen Fern- und Gütergleisen aus dem Bild 1 hervorgeht, zeigt das im Großstadtverkehr übliche Vorherrschen des Berufsverkehrs: Großer Andrang bei Beginn und Schluß der Geschäfte, Ämter und Schulen und verhältnismäßig starkes Absinken in den Zwischenzeiten. Was ihn heute von dem Verkehr anderer Großstädte etwas unterscheidet, ist die weniger stark als anderwärts ausgeprägte Anhäufung des Verkehrs in der Richtung nach dem Hauptbahnhof der Großstadt zu. Dies hängt mit dem durch den Höhenkranz um Stuttgart begrenzten Aufnahmevermögen des Stadtkerns zusammen. Die aufblühende Industrie war — zum Vorteil für die Wahrung des Stadtbilds — gezwungen, sich an den nach außen führenden Verkehrsstraßen anzusiedeln. Die an Kopffzahl der Arbeitnehmer größeren Industrieunternehmen haben sich im Neckartal bis Eßlingen und in der Richtung Ludwigsburg bis Kornwestheim niedergelassen. So entsteht zu Zeiten des Berufsverkehrs auf fast allen Bahnhöfen ein lebhafter Zu- und Abgang von Reisenden und eine annähernd gleiche Zugbesetzung über die ganze Länge der durchfahrenen Strecken. Auf allen Bahnhöfen ähnelt die Verteilung der Reisenden im Zu- und Abgang auf die Tagesstunden den in Bild 2 für den Hauptbahnhof Stuttgart dargestellten Verhältnissen.

Auf kennzeichnende Unterschiede in der Entwicklung dieser Verkehrsverteilung, ausgehend von der Zeit vor dem Kriege bis zum Jahr 1932, sei jedoch aufmerksam gemacht. Einmal weist das Jahr 1932 gegenüber dem Jahr des größten Verkehrs, d. i. das Jahr 1929, einen sehr großen Rückgang von rd. 33 vH im gesamten Zu- und Abgang auf, der nicht nur auf die Schrumpfung in Industrie und Wirtschaft, sondern auch auf die Entwicklung und Ausdehnung anderer Verkehrsmittel, insbesondere die Straßenbahnen und Kraftwagen, zurückzuführen ist. Sodann sind im Laufe der Jahre die Spitzenzahlen des Verkehrs im Vergleich mit den Verkehrszahlen in den Zeiten zwischen den Stunden des Berufsverkehrs mehr zusammengesunken, kurz gesagt, der Verkehr ist gleichmäßiger geworden. Das letztere ist wohl als Folge des erst im Jahre 1932 beendeten Ausbaues der Vorortgleise nach Ludwigsburg und Eßlingen und der hierdurch gegebenen Möglichkeit, schon beim Dampfbetrieb den Verkehr den ganzen Tag über besser zu bedienen, anzusprechen. Zweifellos ergibt sich hieraus, daß durch die beim elektrischen Betrieb eintretende weitere Verdichtung der Zugfolge und die Kürzung der Fahrzeiten, ganz abgesehen von den üblichen Annehmlichkeiten der elektrischen Betriebsweise, ein starker Verkehrsanteil für die Reichsbahn zurückgewonnen werden kann, und daß auch eine weitere günstige Entwicklung des Verkehrs zwischen den Zeiten des Berufsverkehrs, der besonders für die Wirtschaftlichkeit des Vorortbetriebs von großer Bedeutung ist, erwartet werden kann.

Außer diesen allgemeinen Angaben über die Verkehrsverhältnisse sind für die Entwicklung der Fahrzeuge noch besonders die Streckenverhältnisse maßgebend. Die beträchtlichen Höhenunterschiede von rund 80 m verlangen von vornherein starke Triebfahrzeuge. Die Haltestellenabstände schwanken zwischen 1,73 und 3,97 km; der mittlere Haltestellenabstand

ist 2,7 km. Die Neigungs- und Krümmungsverhältnisse des Strecke würden beim elektrischen Betrieb an sich eine Höchstgeschwindigkeit von 85–90 km/h zulassen. Trotzdem wurde die Höchstgeschwindigkeit für die Triebwagenzüge auf 75 km/h beschränkt, weil diese Geschwindigkeit vom Reichsverkehrsministerium nach dem Vorgang im Vorortverkehr von München für geschobene Züge als obere Grenze zugelassen wurde. Für sehr schwer belastete Vorortzüge, d. h. wenn ein Triebwagen viele Anhänger zu befördern hat, so daß das Verhältnis von verfügbarer Antriebsleistung zu der gesamten beförderten Last sich in der Größe von etwa 2,5–3,5 kW pro Tonne bewegt, ist die Einschränkung der Höchstgeschwindigkeit bei den vorliegenden Haltestellenabständen auch wirtschaftlich durchaus gerechtfertigt. Da aber im allgemeinen kürzere und leichtere Züge gefahren werden, so daß etwa 5 bis 6 kW/t zur Verfügung stehen, wäre eine Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit auf etwa 85 km/h und eine dementsprechende kleinere Zahnradübersetzung der Motoren sehr erwünscht gewesen und hätte nach den inzwischen angestellten Untersuchungen ohne Mehrkosten eine weitere Verkürzung der Fahrzeiten ermöglicht.

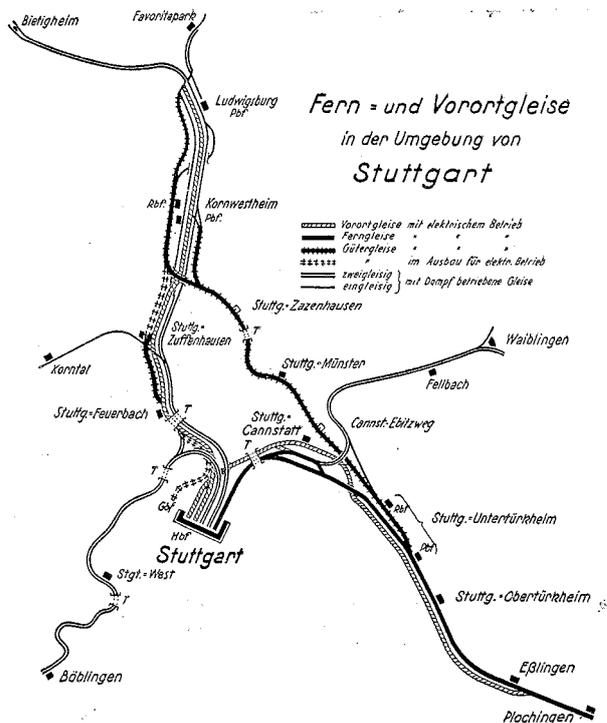


Bild 1. Lageplan der Nahverkehrsgleise in der Umgebung von Stuttgart.