

Die elektrischen Vollbahnlokomotiven auf der Deutschen Verkehrsausstellung München 1925.

Von Georg Lotter, München und A. Wichert, Mannheim.

Hierzu Tafel 12.

Die auf der Deutschen Verkehrsausstellung zur Schau gestellten elektrischen Lokomotiven waren auf dem vierten Gleis der 196 m langen, 32 m breiten Fahrzeughalle untergebracht, welche in der südwestlichen Ecke des Ausstellungsgeländes als vorübergehender Holzbau erstellt war. Die meisten der ausgestellten Lokomotiven, welche sämtlich der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gehören, waren bereits auf der Seddiner Schau im September 1924 zu sehen, so daß sich der nachfolgende Bericht auf die ausführliche Abhandlung von Otto Michel im Organ 1924, Seite 177 bis 187 und den Bericht Rechenbachs im Organ 1925, Seite 89 bis 91 stützen kann und nur Ergänzungen dieser Ausführungen, sowie inzwischen gemachte Betriebserfahrungen bringen soll.

Zusammenstellung 1 gibt eine Übersicht über die acht ausgestellten elektrischen Vollbahnlokomotiven, ihre Gattungsbezeichnung, Bahnnummer, Erbauer, wichtigsten Hauptabmessungen und Gewichte. Die gewählte Reihenfolge ist innerhalb der Lokomotivgattungen die zeitliche.

auf die Kurbelzapfen der Motorlager, Vorzüge, die sich bis zu einem gewissen Grade auch bei den praktisch nie fehlerfreien Getrieben vorteilhaft gegenüber solchen mit nur einem angelenkten Treibstangensystem auswirken.

Die eisenbahn-technische Welt freilich stand damals mit wenigen Ausnahmen dem Entwurf dieser Lokomotive recht ablehnend gegenüber und prophezeite baldige Zertrümmerung des Triebwerkes. Der Erfolg der ersten Probeausführung, die 1917 nach Überwindung unzähliger Schwierigkeiten in Betrieb genommen wurde, bestätigte aber die Erwartungen der Schöpfer: Motor, Triebwerk und Fahrzeug erwiesen sich als brauchbar, 17 weitere Lokomotiven wurden inzwischen beschafft und hierbei in Einzelheiten stetig vervollkommen: elf wurden von den Bergmann El. W., sechs von Maffei-Schwartzkopff geliefert; die Fahrzeuge hierzu erbauten die Linke-Hofmann-Werke, Breslau, bzw. Schwartzkopff in Wildau.

Taf. 12, Abb. 1 bis 4 gibt eine Zusammenstellungszeichnung dieser Lokomotive und zwar der ersten Ausführung, Betriebs-

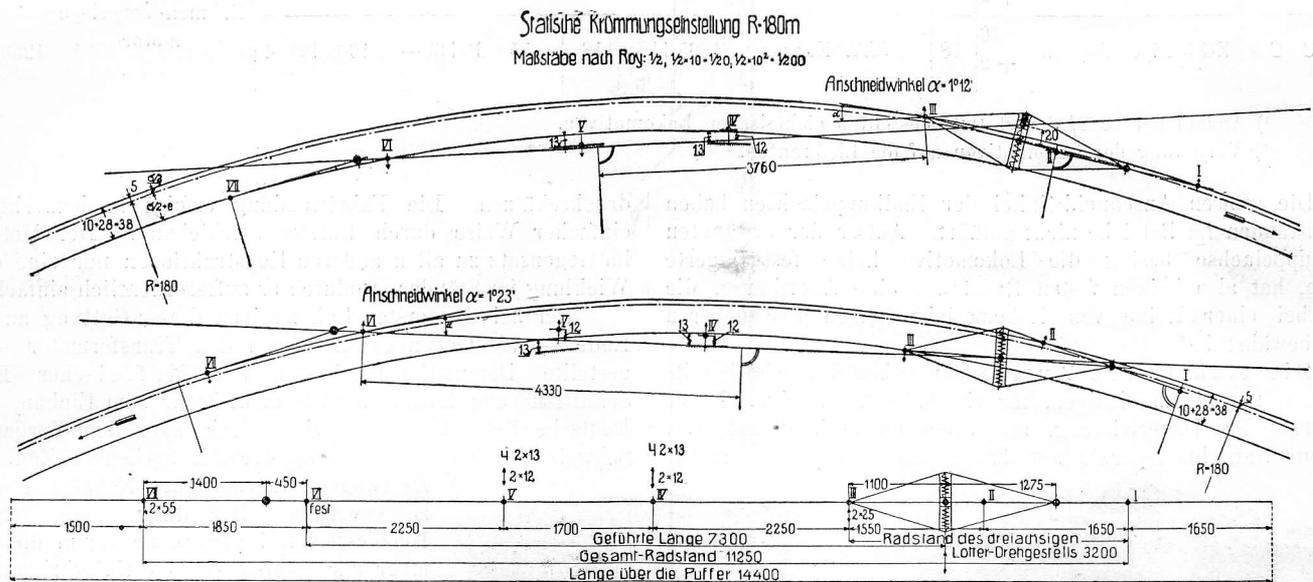


Abb. 1.

1. Die 2 D 1 Personen- und Schnellzuglokomotive der Strecke Görlitz—Königszell EP 246.

Betriebsprogramm, Entstehungsgeschichte, Gesamtanordnung und Einzeldurchbildung dieser Lokomotivgattung sind aus der ausführlichen Abhandlung Paul Müllers in »Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen« 1918, Seite 129, 137 bekannt. Die Lokomotive verkörpert die erste einmotorige Ausführung für sehr hohe Leistung, mit Doppel-Parallelkurbeltrieb, dessen günstige Eigenschaften schon im Jahre 1911 von Kleinow erkannt und als aussichtsvoll nachgewiesen wurden, vergleiche Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1911, Seite 181.

Bei »idealer« Ausführung des Triebwerkes (kein Lagerpiel, keine Ausführungsfehler, nur Stangen elastisch) ist es gekennzeichnet durch gleichmäßige Verteilung der Motorleistung auf die beiden Antriebskurbeln und unveränderlichen Druck

Nr. 235. Der Raum- und Gewichtsbedarf der elektrischen Ausrüstung hätte eine sechssachsige, als 1 D 1 geplante Lokomotive, zugelassen. Die guten lauftechnischen Erfahrungen mit der vorgenannten Probelokomotive veranlassten jedoch die Verwaltung, die siebenachsige Form beizubehalten.

Fahrzeug: Die Führung in der Geraden erfolgt am Vorderende durch ein dreiachsiges Lotter-Drehgestell, am hinteren durch die festgelagerte Endkuppelachse. Die Krümmungsbeweglichkeit wird durch das genannte Drehgestell und die Endlaufachse, die in einem Bissel-Gestell gelagert ist, in ausreichendem Grade ermöglicht. Das Klemmen der beiden mittleren Kuppelachsen wird durch seitliche Verschiebbarkeit und gleichzeitige Verschwächung der Spurkränze vermieden. Abb. 1 läßt die statische Krümmungseinstellung der Lokomotive, nach dem Roy'schen Verfahren unter Einzeichnung der Geleisachse aufgezeichnet, erkennen.

Zusammenstellung 1.

Nr.	Achsfolge	Gattung, Bahnnummer			Erbauer	Baujahr	Dienstgewicht	Reibungsgewicht	Höchstgeschwindigkeit	Dauerleistung am Treibradumfang	Motorzahl	Antrieb	Treibrad-durchmesser	Gesamtachsstand
1	2 D 1	EP 246 Breslau	11 ¹⁾	11 ²⁾	Bergmann-Linke-Hofmann	1923	114,2	73,3	90	Bei 60—90 km/Std. 2150 PS	1	Doppel-Parallelkurbeltrieb über zwei Blindwellen	1250	11,650
2	2 C 2	ES 55 Halle	5 + 2	7	Bergmann-Schwartzkopff	1923	107,5	56	110	Bei 75—2100 PS „ 85—2250 „ „ 110—1650 „	1		1600	12,550
3	1 A ₄ 1	ES 1 21001 Bayern	10	10	BBC-Krauss	1925	101	73,8	110	Bei 80—100 km/Std. 2000 PS Bei 110—1680 PS	4	Vier Buchli-Einzelachsenantriebe	1600	12,600
4	1 C 1	EP 2 20014 Bayern	19 + 10	29	BBC-Maffei	1924	85,8	54,6	75	Bei 50—68,5 1000 PS Bei 75 840 PS	2	Parallelkurbeltrieb über eine Blindwelle	1400	8,950
5	2 B B 2	EP 5 21528 Bayern	35	18,5 16,5	SSW-Maffei AEG	1925	142	78	90	Bei 54—90 1960 PS	4	Zwei getrennte Parallelkurbeltriebe über je eine Blindwelle	1400	13,600
6	1 B - B 1	EG 722 Halle	37 + 19	31 25	MSW-Schwartzkopff Bergmann- „	1924	108	74	65	Bei 39—65 1600 PS	2	Kuppelachsenantrieb mittels schwach geneigter Treibstangen durch Rahmen-Vorgelegemotor	1400	12,100
7	C - C	EG 581 Breslau	14 + 2	16	AEG	1924	119,5	119,5	55	Bei 33—55 1960 PS	4	Rahmen-Vorgelegemotor	1250	11,760
8	C - C	EG 5 22502 Bayern	16 + 2	18	SSW-Krauss	1925	118	118	55	Bei 33—55 1960 PS	4		1250	11,760

¹⁾ Anzahl der 1922/23 und 1924 bestellten elektrischen Lokomotiven.

²⁾ Verteilung der Lokomotiven auf die Lieferanten.

Die großen Antriebswinkel der Endkuppelachsen haben zu Anständen im Betriebe nicht geführt. Ausser der erwähnten Endkuppelachse besitzt die Lokomotive keine festgelagerte Achse, hat also keinen festen Radstand, eine Anordnung, die sich bei einer Reihe von Lokomotivbauformen der neueren Zeit bewährt hat.

Die elektrische Ausrüstung besteht, wie bereits erwähnt, aus einem einzigen, für ein Fahrzeug riesigen Motor von 2100 PS Dauerleistung, ausserdem einem Transformator, der zur Gewichtersparnis mit Trockenisolation ausgeführt ist,

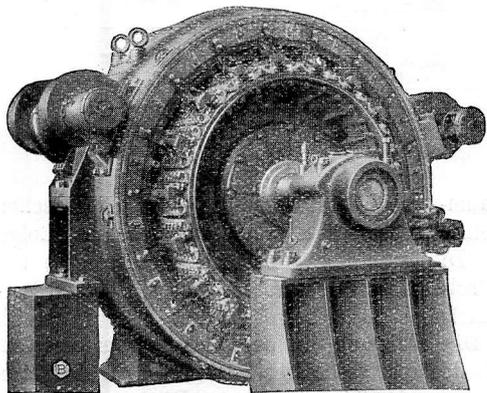


Abb. 2. Triebmotor der 2 D 1-Lokomotive.

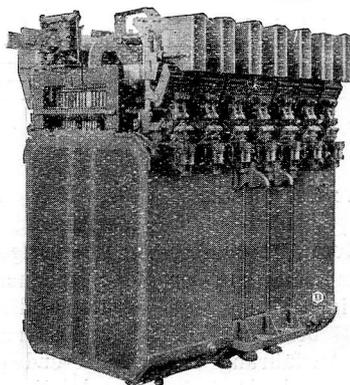


Abb. 3. Transformator der 2 D 1-Lokomotive mit aufgebauten Schaltern.

druckschützen. Die Fahrtwendung erfolgt in bemerkenswert einfacher Weise durch Bürstenverschiebung. Der Motor hat im Gegensatz zu allen anderen Konstruktionen nur eine einzige Wicklung im Ständer, wodurch er außerordentlich einfach wird.

Der bei den ersten Lokomotiven dieser Gattung an einem Ende — als Gegengewicht gegen den Transformator — aufgestellte Dampf-Heizungskessel mit Maffeischer Kohlen-Schüttfeuerung kommt künftig nicht mehr zum Einbau, da die Deutsche Reichsbahn neuerdings doch, nach dem Vorgang der Schweiz, vorzieht, die Heizung der durchgehenden Züge durch Heizwagen, diejenige der Nahzüge elektrisch zu bewirken. Der durch Beseitigung des Heizkessels frei gewordene Raum dient nunmehr zur übersichtlichen Unterbringung der Druckluft-Erzeugungseinrichtungen.

2. Die 2 C 2 Schnellzuglokomotive der Strecke Magdeburg—Leipzig—Halle.

Diese Lokomotive ist aus der vorher besprochenen entwickelt. Die höheren gesteigerten Geschwindigkeits-Anforderungen der Flachlandstrecke bedingten grössere Treibräder: 1600 gegen 1250 mm, die geringeren Zugkräfte erforderten nur drei gekuppelte Achsen, so dafs sich eine 2 C 2 Lokomotive ergab, deren Achsanordnung mit Rücksicht auf den Doppel-Parallelkurbelbetrieb in geringem Grad unsymmetrisch ausgestaltet

werden mußte, was sich zum Schnellfahren in der Geraden in schon vielen Fällen als vorteilhaft erwiesen hat. Abb. 4 läßt die Gesamtanordnung in einer Linienskizze ersehen, Taf. 17 des Jahrganges 1924 gibt eine ausführliche Darstellung.

der Hochspannungseinrichtung, Steuerung und Nebenteilen wie Luftpresser, Lüfter usw. Abb. 2 zeigt einen solchen Motor auf dem Prüffeld (die Kurbeln sind abgenommen), Abb. 3 einen Transformator mit den unmittelbar aufgebauten Luft-

Fahrzeug: Die Führung in der Geraden besorgen einerseits die beiden amerikanischen Drehgestelle, deren Mittellinie mit Rücksicht auf das Durchfahren von 180 m Krümmungen gegenüber dem am Hauptrahmen befestigten Führungszapfen um 80 mm nach jeder Seite verschiebbar sind, ein Maß,

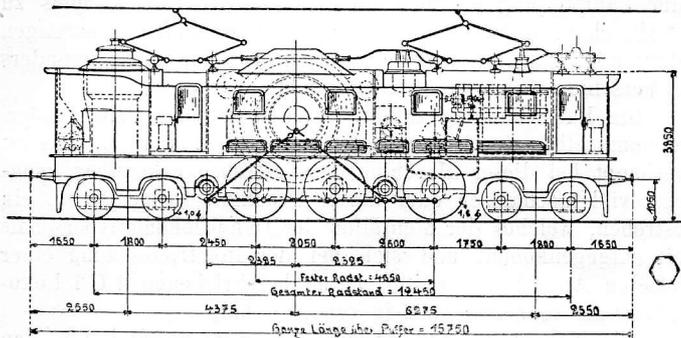


Abb. 4. Gesamtanordnung der 2 C 2-Schnellzug-Lokomotive der Strecke Magdeburg—Leipzig—Halle.

welches neuerdings häufig ausgeführt wird, andererseits die drei mittleren Kuppelachsen, die in einem festen Achsstand von 4,65 m angeordnet sind.

Die Krümmungsbeweglichkeit wird durch die erwähnten starken Ausschläge der amerikanischen Drehgestelle und durch Verschwächung der Spurkränze der mittleren Kuppelachse ermöglicht.

Rahmen: Die Kraftübertragung vom Motor zu den Treibrädern durch einen Doppel-Parallelkurbeltrieb und zwei Blindwellen führte zur Zusammenziehung der Anker- und Blindwellenlager jeder Lokomotivseite in ein umfangreiches Stahlgußstück, in welches auch die Lagerung der zwischen den Blindwellen liegenden Kuppelachsen einbezogen wurde, eine höchst bemerkenswerte bauliche Lösung. An die erwähnten Stahlgußstücke wurden beiderseits die Bleche des Hauptrahmens angeschraubt, womit ein gemischter Stahlguß-Blechrahmen entsteht, der den Anforderungen des Antriebes gut entspricht.

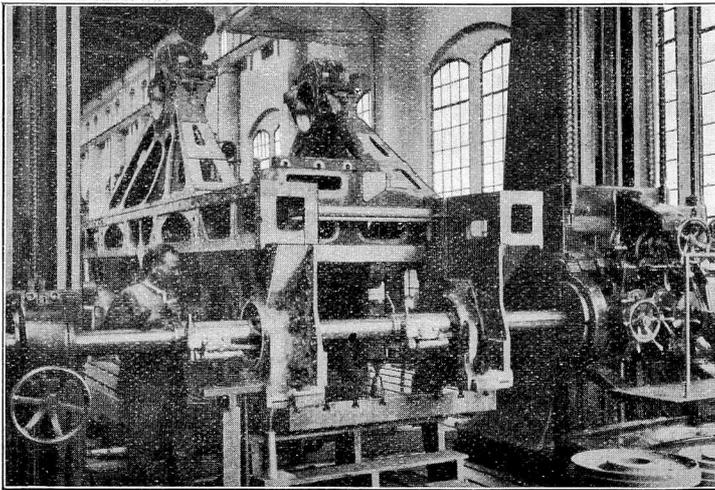


Abb. 5. Stahlguß-Lagerrahmen der 2 C 2-Lokomotive auf dem Bohrwerk.

Zuverlässigkeit der Lagerung und geringes Gewicht des ganzen Rahmens wurden erreicht. Die werkstattechnische Bearbeitung des mittleren Rahmenteiles, der übrigens auf dem Stand M. S. W. nochmals besonders zur Schau gestellt ist, kann aus der Abb. 5 ershen werden.

Die elektrische Ausrüstung unterscheidet sich in ihren Hauptteilen nur unwesentlich von derjenigen der 2 D 1

Lokomotiven. Allerdings ist hier ein Öltransformator statt des Lufttransformators zur Anwendung gelangt, dessen Gewicht rund 20% höher ist. Bezüglich der Nebenteile (Ölschalter, Stromabnehmer, Luftpumpen, Instrumente, Sicherungen, Schaltkästen usw.) sei besonders darauf hingewiesen, daß bei dieser Lokomotive ebenso wie übrigens bei allen weiter unten beschriebenen, schon die von der Reichsbahngesellschaft angeordnete Vereinheitlichung durchgeführt ist, worüber am Schluß ausführliche Bemerkungen angefügt sind.

3. Die 1 A₄ 1 Schnellzuglokomotive der Reichsbahndirektionen München und Regensburg; Gattung ES 1.

Die Gesamtanordnung dieser Lokomotive ist aus Tafel 16 des Jahrgangs 1924 ersichtlich, woselbst auf Seite 185 eine kurze Beschreibung des hiermit in Deutschland erstmals ausgeführten Buchli-Einzelachsenantriebes gegeben ist.

Schon äußerlich gibt diese Antriebsart der Lokomotive das Gepräge. Das Fehlen aller Gestänge, wie sie bei Dampflokomotiven unvermeidlich und besonders bei langsam laufenden elektrischen Lokomotiven ebenfalls schwer zu entbehren sind, wenn man nicht allerhand Nachteile in Kauf nehmen will, gibt dem Fahrzeug mit seinem von vorne bis hinten durchlaufenden Oberkasten das Aussehen eines Motorwagens. Gegenüber den Stangenlokomotiven mit Zahnradmotoren unterscheidet sie sich, wie aus Zusammenstellung 1 hervorgeht, sehr vorteilhaft durch ihr geringes Gesamtgewicht. Sie nimmt es in dieser Beziehung mit den als besonders leicht geltenden reinen Stangenlokomotiven mit nur einem einzigen Motor und Doppel-Parallelkurbeltrieb auf.

Die ausgestellte Lokomotive zeigt in erster Linie den mechanischen Teil, die elektrische Ausrüstung ist nur mit den Hauptteilen eingebaut. Eine eingehende Beschreibung dieser Lokomotive wird nach dem Vorliegen von Betriebserfahrungen erfolgen.

Fahrzeug. Von dieser Bauform befinden sich zehn Stück z. Z. im Bau, fünf werden mit Helmholtz-Drehgestellen an beiden Enden versehen, fünf dagegen erhalten »Buchli-Drehgestelle«, bei welchen die antreibende Achse mit der Laufachse zu einer Art zweiachsigem Bissel-Gestell vereinigt ist, dessen Drehpunkt unmittelbar hinter der Treibachse liegt. Es wird also der Vorteil des Buchli-Antriebes, auch Drehbewegungen zu gestatten, bei diesen fünf Maschinen ausgenutzt. Die Radialeinstellung gewährleistet einen geringeren Verschleiß der äußeren Spurkränze, wohingegen die Ausführung mit Helmholtz-Drehgestell bekanntlich den Führungsdruck in stets gleichmäßiger Weise auf Laufachse und Treibachse zu verteilen gestattet.

Der Entwurf sieht die leichte Abänderung der einen Ausführungsart in die andere vor, so daß bei wesentlicher Überlegenheit einer derselben eine einheitliche Ausführung möglich ist.

Der Rahmen besteht aus Blechen mit 25 mm starken Wangen. Zu seiner Versteifung wurden auf der Antriebsseite die Oberteile der stählernen Antriebsgehäuse miteinander und mit entsprechend angeordneten Rahmenteilen verschraubt unter Einfügung eines Zwischenstückes in der Mitte und von Übergangsstücken an den Enden. Es entsteht auf diese Weise eine fortlaufende, vorne und hinten nach der Seitenwange führende Linie, die dem ganzen große Festigkeit und ein recht gefälliges Äußeres verleiht.

Besondere Beachtung verdient die Ausbildung des Kastenaufbaus, welche in engster Zusammenarbeit des Elektroingenieurs mit dem Lokomotivbauer entwickelt wurde. Hier galt es, früher häufig gemachte Fehler zu vermeiden, durch welche Wartung und Auswechslung der Teile der elektrischen Ausrüstung außerordentlich zu deren Nachteil erschwert wurden. Von größter Wichtigkeit war auch die zweckmäßige Durchbildung der Luft-

führung; denn man muß berücksichtigen, daß eine solche Lokomotive im Vollbetrieb rund. 50 PS Lüfterleistung benötigt, um die in ihr entwickelte Wärme aus Motoren und Transformator herauszuschaffen.

Außer den festen Endteilen des Kastens, den Führerständen, auf denen auch die Stromabnehmer befestigt sind, sind fünf abnehmbare bis zur halben Höhe der Lokomotive heruntergezogene Dachteile vorhanden. Der mittlere liegt über dem Transformator, je zwei äußere über je zwei Antriebsmotoren. Der Ausbau dieser Hauptteile ist also nach Entfernung ganz weniger Schrauben möglich. Er kann in einigen Stunden erfolgen, wozu man früher manchmal Tage brauchte.

Zwei große Seitentüren neben den Führerstandtüren an den Enden der Lokomotive gestatten, ohne Abnahme von Dachteilen, die Auswechslung des Luftpressers sowie der Apparateile. Fünf in der unteren Hälfte der Seitenwand liegende mit Jalousien und Drahtsieben verschlossene Klappen dienen dem Luftzutritt, während auf der anderen, in der Abbildung nicht sichtbaren Seite, teils oben teils unten liegende Klappen die Auswechslung und Untersuchung der hier liegenden Teile der elektrischen Ausrüstung gestatten.

Die elektrische Ausrüstung besteht in ihren Hauptteilen wieder in Transformator, Motoren und Steuerung, in ihren Nebenteilen in den Hochspannungsapparaten und Leitungen, den Lüftern, dem Kühler und der Luftdruckeinrichtung, der Beleuchtung und Heizung.

Der Öltransformator von 1750 kVA, ausreichend für den Betrieb dieser Maschine mit 2000 PS Motorleistung nach Reichsbahnnorm und für die elektrische Heizung des Zuges ist ölgekühlt. Sein geringer Raumbedarf ist überraschend, ein Zeichen für die starke Wirksamkeit der Kühlung. Diese erfolgt durch einen auf der den Buchli-Antrieben entgegengesetzt liegenden Seite seitlich unter dem Wagenkasten liegenden Röhrenkühler, durch den das Transformatoröl mittels einer Kreiselpumpe gepumpt wird. Der Kühler selbst wird durch einen von den Motorlüftern abgezweigten Luftstrom seinerseits mit Luft umspült.

Die vier Motoren von je 500 PS Dauerleistung nach Reichsbahnnorm (Abb. 6) liegen beim Buchli-Antrieb über den Rädern,

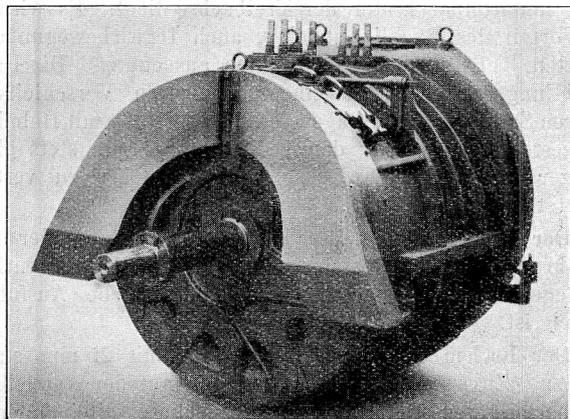


Abb. 6. Triebmotor der 1A₄1-Schnellzuglokomotive.

also ziemlich hoch, so daß eine günstige Schwerpunktlage entsteht und die Motoren selbst gut zugänglich sind. Sie sind unmittelbar im Rahmen mittels besonderer, an den Lagerschilden angegoßener Pratzen gelagert. Die Ritzel sind gefedert.

Die Motoren haben die bekannten in einem kollektorartigen Gebilde untergebrachten BBC-Widerstandsverbindungen zwischen Ankerwicklung und Kollektor. Ihre Lüftung erfolgt durch paarweise angeordnete Lüfter, die ihre Luft aus dem Lokomotivinnern entnehmen, durch die Motoren durchblasen und auf deren Kollektorseite nach unten ausstoßen.

Die Steuerung geschieht unter Parallelschaltung sämtlicher Motoren mit dem bekannten BBC-Schlittenschalter (vergl. Abb. 9), einer Art Zellschalter mit besonderen Funkenziehern. Als neu sei erwähnt, daß im Gegensatz zu früheren Ausführungen dieser Schlittenschalter gestattet, den Motorstrom in jeder Fahrstellung plötzlich durch Drücken eines Knopfes zu unterbrechen, wodurch ein ihm gegenüber Schützensteuerungen anhaftender Nachteil beseitigt worden ist, der sich besonders im Verschiebedienst bemerkbar machte.

Die Fahrtwendung erfolgt durch besondere Fahrtwender, die unmittelbar durch Druckluft angetrieben werden. Es ist überhaupt bei dieser Maschine das Bestreben erkennbar, möglichst viel mechanisch oder durch Druckluft zu betätigen, ein Bestreben, welches der Mentalität des Dampflokomotivpersonals weit entgegenkommt und sich bei der Inbetriebsetzung einer größeren Anzahl der weiter unten beschriebenen 1 C 1 Lokomotiven als sehr zweckmäßig erwiesen hat.

Alle Nebenteile und Apparate, soweit sie nicht in den Führerständen sein müssen, sind auf der dem Buchli-Antrieb entgegengesetzten Seite untergebracht, als Gegengewicht gegen den Antrieb. Die Führerstände werden sich in nichts von denen der 1 C 1 Lokomotiven unterscheiden, wie sie weiter unten kurz beschrieben sind.

4. Die leichte 1 C 1 Personenzuglokomotive der Reichsbahndirektion München; Gattung EP 2.

Die Raum- und Gewichtsansprüche der elektrischen Ausrüstung dieser in Abb. 7 dargestellten Lokomotive erfordern eine fünfachsige Lokomotive.

Drei Achsen waren zur Erreichung der geforderten Anzugskraft von etwa 11 t als Kuppelachsen auszubilden, so daß sich zwanglos die Achsanordnung 1 C 1 ergab.

Fahrzeug: Zur Erreichung eines sicheren und ruhigen Laufes wurden alle schweren Teile der elektrischen Ausrüstung gegen die Lokomotivmitte konzentriert und der Rahmen auf die Länge dieser Teile zwangläufig geführt: Vorne durch den Führungszapfen eines Helmholtz-Drehgestelles, hinten durch die festgelagerte Endkuppelachse. Die hintere Laufachse wurde soweit dies mit der Erreichung zweckmäßiger Achsdrücke vereinbart werden konnte, möglichst nahe an die Endkuppelachse herangerückt und in einem Bissel-Gestell gelagert, welches durch eine Federrückstellvorrichtung mit dem Rahmen kraftschlüssig verbunden ist. Die Ausbildung dieser unsymmetrischen Achsanordnung hat sich als fahrzeugtechnisch gut brauchbar erwiesen.

Die Fahrt in der Geraden erfolgt bis zur höchsten verlangten Geschwindigkeit von 75 km/Std. in beiden Fahrtrichtungen schlingerfrei; die Einfahrt in die zahlreichen Krümmungen der zu befahrenden Strecken geht bei Fahrt mit dem Helmholtz-Gestell voran — dank der guten Eigenschaften dieses Führungs- und Krümmungsbeweglichkeitsmittels, von welchem die Verteilung des Führungsdruckes auf zwei Spurräder als besonders wertvoll anzusehen ist —, ohne jeden Stoß, auch bei der höchsten zugelassenen Fahrgeschwindigkeit, vor sich; bei Fahrt mit dem Bissel-Gestell voraus ist die Ablenkung in vielen Fällen auch stoßfrei, vereinzelt treten allerdings kurze ruckweise Bewegungen ein, die sich nach Einfahrt in die Krümmung verlieren. Da in beiden Fahrtrichtungen unter den gleichen Geschwindigkeitsanforderungen gefahren werden muß, ist die ausgeführte Achsanordnung in bemerkenswerter Weise geeignet, die bedeutende Überlegenheit des Helmholtz-Gestelles über das Bissel-Gestell augenfällig in Erscheinung treten zu lassen. Sie ist bei einer elektrischen Lokomotive besonders wertvoll, da bei dieser infolge der durchgeführten Anpassung des Fahrplanes an den elektrischen Betrieb fast ständig an der oberen Geschwindigkeitsgrenze gefahren werden muß. Würde der Raumbedarf der elektrischen

Ausrüstung einen um 0,5 bis 0,7 m längeren Oberkasten erfordert haben, so würde auch das hintere Ende mit einem Helmholtz-Gestell versehen worden sein, welches alsdann einen Radstand von etwa 2,4 m erhalten hätte.

und des günstigeren Lichteinfalls erleichtert. Der Oberkasten ist durchwegs aus $2\frac{1}{2}$ mm Blechen erbaut, womit wohl die untere Grenze des Zulässigen erreicht sein dürfte. Die gewählte Blechstärke gestattet gerade noch, außenbefindliche Nietköpfe

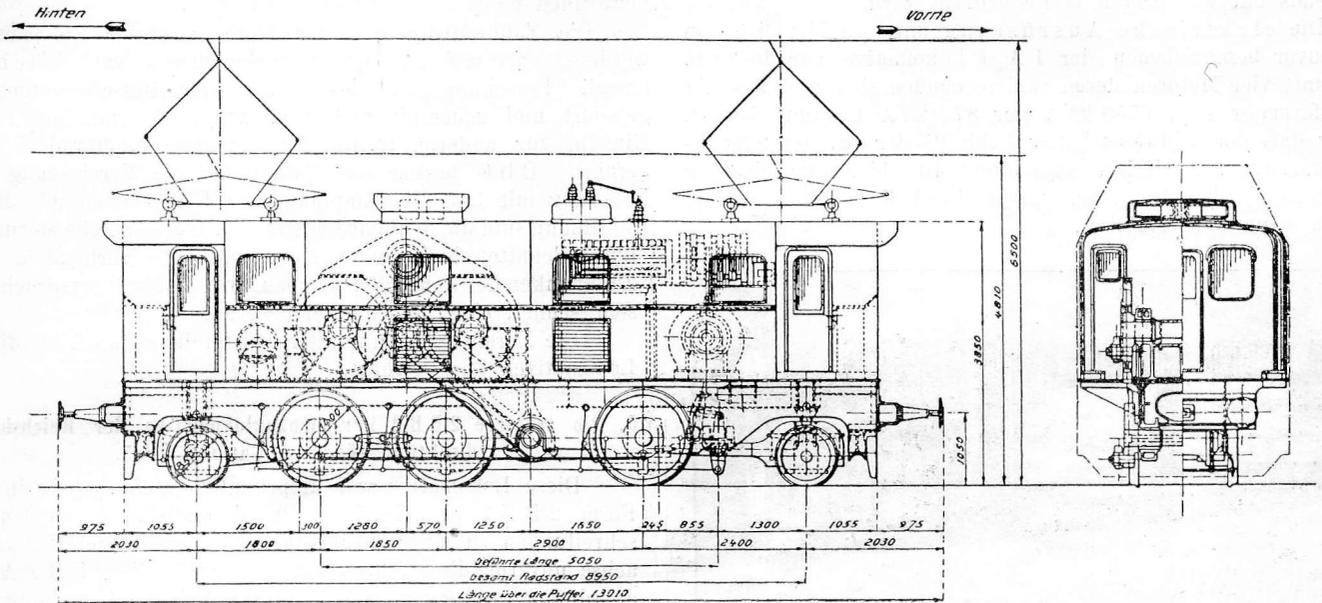


Abb. 7. 1 C 1-Personenzug-Lokomotive der R. B. D. München, Gattung E. P. 2.

Die Federung der Lokomotive ist in folgender Weise durchgeführt: Die beiden Endlaufachsen sind in mittleren Punkten belastet, da hierdurch die Einfahrt in Krümmungen beträchtlich sicherer gemacht wird. Die Kuppelachsen sind mit an die Achslager angehängten Federn versehen, zwischen den beiden hinteren Kuppelachsen sind Längsausgleichhebel angebracht. Der Lokomotivrahmen ist somit in vier seitlichen und zwei mittleren Endpunkten elastisch gestützt. Die gewählte Federung gibt eine anerkannt weiche und sanfte Fahrt.

Die Art des Antriebes mittels zweier Rahmen-Vorgelegemotoren mit gemeinsamer Vorgelegewelle, schrägem Parallel-Kurbeltrieb und Blindwelle lehnt sich an das Triebwerk der 1 D 1 Lokomotiven der Rhätischen Bahn (Nr. 351 und 352, erbaut von der Maschinenfabrik Oerlikon und der Lokomotivfabrik Winterthur und Nr. 391 erbaut von der AEG und Winterthur) an.

Die betriebssichere achsenparallele Lagerung der beiden Ankerwellen, der Vorgelege- und Blindwelle ist bei der besprochenen Lokomotive dadurch erreicht, daß sämtliche Wellen in einem mehrteiligen, durch solide Verschraubungen verbundenen Stahlgußkörper gelagert sind, von welchen die Blindwellenlagerung als Rahmenquerversteifung, die Lager der übrigen Wellen als kastenförmiger Trog zur Aufnahme der Motoren ausgebildet sind. Abb. 8 läßt den oberen Teil der genannten Stahlgußkonstruktion vor Einbau der Motoren deutlich erkennen.

Der Rahmen ist ein Blechrahmen mit 25 mm starken Wangen. Von der Verwaltung wurde gefordert, daß die Lokomotiven samt Radsätzen mittels eines Hebezeuges zu handhaben seien, welches an beiden Enden der Lokomotive möglichst nahe an den Pufferbalken anzusetzen ist. Da das Widerstandsmoment der bis zur Rahmenoberkante reichenden Bauteile hierfür nicht ausreichte, mußte der untere Teil der Seitenwände des Oberkastens in den Lokomotivrahmen als tragender Obergurt einbezogen werden, ähnlich wie dies bei Lokomotiven der Schweizer Bundesbahn bereits ausgeführt ist. Durch diese bei Besprechung der 1 A₁ 1 S Lokomotive bereits erwähnte Maßnahme wird der Bau und die Unterhaltung infolge der besseren Zugänglichkeit

glatt zu versenken, was mit Rücksicht auf gefälliges Aussehen der Oberkastenwandflächen erwünscht ist.

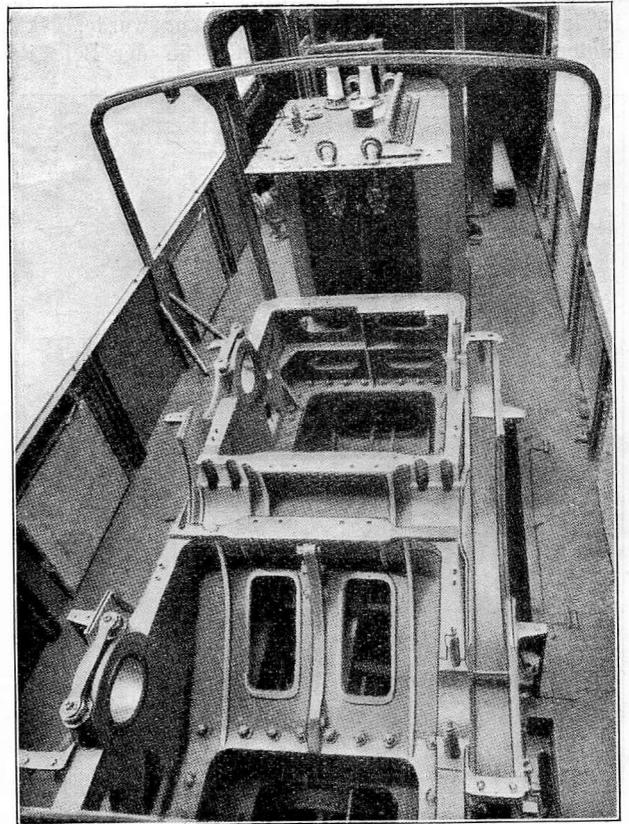


Abb. 8. Motorlagerung der 1 C 1-Personenzuglokomotive.

Die drei gekuppelten Achsen werden nach neuerer Vorschrift der Verwaltung einklotzig mit in Radmitte liegenden Klötzen durch die Knorr-Einkammerbremse gebremst. Die

ursprünglich ausgeführten Bremsprozent (98 % bei 3,5 at wirksamer Luftspannung im Bremszylinder) werden künftig auf 85 % ermäßigt werden. Die Handbremsung erfolgt durch eine Spindel, welche durch Kegelradübersetzung mittels eines Handrads mit wagrechter Welle gedreht wird.

Die elektrische Ausrüstung unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen der 1 A₄ 1 Lokomotive nur dadurch, daß statt vier Motoren deren zwei vorhanden sind und daß der Transformator statt 1750 kVA nur 875 kVA Leistung besitzt, ferner daß der Schlittenschalter (Abb. 9) der bei den Schnellzuglokomotiven zweiseitig ausgebildet ist, hier nur einseitig belegt zu werden brauchte, entsprechend der halben Anzahl der zu steuernden Motoren.

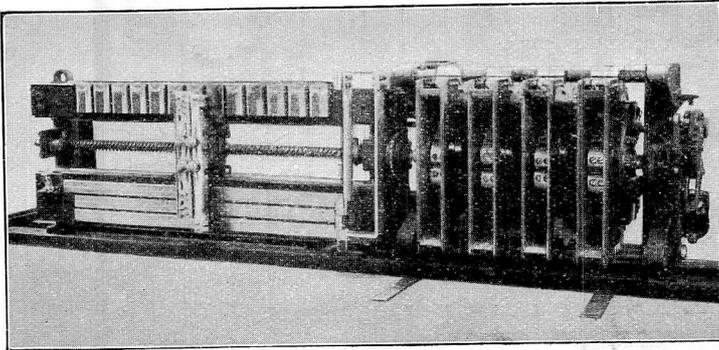


Abb. 9. Schlittenschalter der 1 C 1-Lokomotive.

Der Transformator (Abb. 10), der auch hier auffallend klein ist, wird im Gegensatz zur Anordnung der Schnellzuglokomotiven nicht durch ein Rohrsystem sondern durch einen Wabenkühler, der im Innern der Lokomotive untergebracht wurde, gekühlt. Die Motoren sind die gleichen, lediglich in der Befestigung

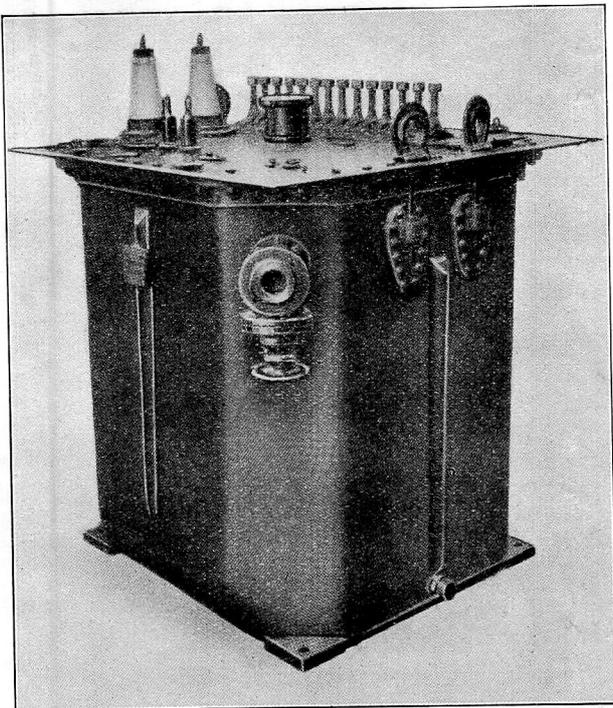


Abb. 10. Lokomotivtransformator der 1 C 1-Lokomotive.

weichen sie von jenen ab, indem sie in den obenerwähnten Trog mit Hilfe von besonderen konzentrisch zur Achse liegenden Lagerhälsen eingebettet sind und durch getrennte Organe gegen Drehung gesichert werden.

Auch hier sind die beiden Motoren parallel geschaltet, so daß beim Ausfall eines derselben der andere allein im Betriebe bleiben kann. Eine solche innere Reserve ist gerade für den Vorortverkehr, den diese Maschinen teilweise zu bewältigen haben, von größtem Wert.

Die Zahnradvorgelege der Motoren dieser Lokomotiven werden, entsprechend den Untersuchungen von Wichert (vergl. Forschungsheft des VDI »Schüttelschwingungen«) gefedert und gedämpft und zwar zur Hälfte mit gefederten Ritzeln, zur anderen Hälfte mit gefederten Zahnradern ausgeführt. BBC besitzt das Patent für die Vereinigung von Federung mit Lamellendämpfung. Die Erfahrungen mit dieser Anordnung sind die denkbar günstigsten. Irgendwelche Störungen durch Schüttelschwingungen sind nicht mehr vorhanden. Die Zahnflanken der Zahnräder nehmen, trotz hoher Beanspruchung, sehr schnell einen schönen Spiegel an.

Die Vereinheitlichung aller Nebenteile ist auch bei diesen Lokomotiven durchgeführt.

5. Die schwere 2 B B 2 Personenzuglokomotive der Reichsbahndirektion München; Gattung EP 5.

Diese Lokomotive war ursprünglich siebenachsiger in der Form 2 B B 1 beabsichtigt. Da allenfallsige Gewichtsüberschreitungen zu einer unzulässigen Überlastung der End-Laufachse unvermeidlich führen mußten, wurde die 2 B B 2 Achsanordnung vorgezogen, welche hinsichtlich der Verteilung der gefederten Last auf die gekuppelten und Laufachsen ausreichend weiten Spielraum gewährt. Da beim Fahrzeug und der elektrischen Ausrüstung alle Stahlgußstücke mit beträchtlich größeren Wandstärken aus den Gießereien hervorgingen, als beim Entwurf beabsichtigt war, fiel das Dienstgewicht der Lokomotive zu etwa 140 t aus, wovon etwa $4 \times 19,5 = 78$ t auf die gekuppelten Achsen gezogen wurden. Auf Grund früherer Erfahrungen in ähnlich gelagerten Fällen waren alle Tragfedern von Anfang an derart eingerichtet, daß sie während des Baues der Lokomotive ohne Schwierigkeit verstärkt werden konnten, eine Maßnahme, die sich auch in Zukunft beim Bau neuer elektrischer Lokomotiven empfehlen wird. Abb. 11 läßt die Gesamtanordnung der Lokomotive erkennen.

Ihre Ausbildung als Fahrzeug war bei der großen zu führenden Masse und bei dem großen Gesamttrabstand, der sich in der Größenordnung von etwa 14 m bewegt, besonders sorgfältig zu überlegen.

Eine Doppellokomotive mit mittlerem Gelenk oder die dreiteilige, bei den Güterzuglokomotiven gewählte Bauart, wurde von Anfang an aus einer Reihe von Gründen ausgeschlossen. Die Einrahmenbauart mit zwei voneinander vollständig unabhängigen, je zweiachsigen Triebwerken wurde bevorzugt, da sie betriebstechnisch aus durchweg erprobten Elementen aufgebaut werden konnte, was bei der großen Zahl von gleichzeitig zu bauenden Lokomotiven (35 Stück) von grundsätzlicher Bedeutung war. Der Gesamttrabstand wurde soweit verkürzt, als dies mit den Raumansprüchen der elektrischen Ausrüstung und der beiden Führerstände vereinbarlich war. Die Drehgestelle an den beiden Enden erhielten nur 1,85 m Radstand und Laufräder mit nur 850 mm Durchmesser, womit gleichzeitig eine wünschenswerte Gewichtsinderung, sowie eine größere Höhe der Hauptrahmenbleche über den für die Ausschläge der Drehgestellräder erforderlichen Ausschnitten erreicht wurde. Den etwas größeren Drehzahlen der Laufräder mußte durch entsprechende Bemessung der Achsschenkellänge Rechnung getragen werden. Die vier Kuppelachsen mußten infolge des Raumbedarfs der Kuppelräder, der Blindwellenkurbeln und der einseitig anzuordnenden Bremsklötze in 6,8 m Gesamttrabstand angeordnet werden, die Endkuppelachsen konnten also mit Rücksicht auf die derzeitigen bindenden Vorschriften nicht mehr fest gelagert werden. Die mittleren Kuppelachsen mußten

zur Vermeidung des Klemmens in engen Krümmungen seitlich verschiebbar und mit verschwächten Spurkränzen versehen werden, ähnlich wie dies bei den besprochenen 2 D 1 Lokomotiven erstmals ausgeführt wurde. So war die Anordnung der vier mittleren Kuppelachsen unabänderlich gegeben. Die Führung in der Geraden mußte also durch Drehgestelle übernommen werden, welche mit Rücksicht auf die 180 m Krümmungen mit 80 bis 90 mm beiderseitiger Seitenverschiebung auszustatten waren. Als nachteilig wurde weiter der Umstand erkannt, daß beim Durchfahren engerer Krümmungen die Führung des hinteren Endes der Lokomotive vom Drehgestell auf die letzte Kuppelachse übergeht, was eigentlich grundsätzlich vermieden werden sollte.

Diese fahrzeugtechnischen Schwierigkeiten wären dadurch zu überwinden gewesen, daß die Lokomotive an beiden Enden mit dreiachsigen Lotter-Drehgestellen versehen wurde, welche auf dem süddeutschen Netz der Deutschen Reichsbahn seit 1914, auf dem norddeutschen seit 1917 laufen. Alsdann wäre die Führung in der Geraden und in allen Krümmungen durch die Drehgestellzapfen erfolgt und die Endkuppelachsen hätten sich unter allen Umständen, also auch in flachen Krümmungen, an der Führung der Lokomotive mit ihren Spurkränzen beteiligt.

Indes stand dieser Lösung der Mehrbedarf an Gewicht von etwa 3 t im Wege, welcher bei der Höhe des zu erwartenden Gesamtgewichts der Lokomotive unter den derzeitigen Umständen nicht mehr zugelassen werden konnte. Man begnügte sich mit gewöhnlichen amerikanischen Drehgestellen, beschränkte deren seitliche Verschiebbarkeit auf versuchsweise 2×80 mm und stattete sie mit einer in weiten Grenzen veränderlichen Rückstellvorrichtung aus. Die einen ruhigen Lauf in der Geraden ergebende, sehr beträchtliche Federspannung derselben wurde bei der ersten Lokomotive durch Versuch ermittelt. Um für die Zukunft, etwa bei Elektrisierung der sehr krümmungsreichen Strecke München—Lindau, welche zahlreiche 292 m Krümmungen aufweist, vollkommen freie Hand zu haben, wurde die Rahmenkonstruktion derart eingerichtet, daß der Übergang zu Lotter-Drehgestellen an beiden Enden ohne umfangreiche bauliche Änderungen gelegentlich einer Hauptuntersuchung vorgenommen werden kann.

Bei der großen Länge des Rahmens — 15,89 m ohne die Puffer — mußten die Pratzen zum Heben in der Werkstätte zwischen dem Drehgestell und der Endkuppelachse in 8,36 m Entfernung angebracht werden. Die Ausbildung des Triebwerkes, der Einzelteile des Rahmens und der Federung lehnt sich an die leichte 1 C 1 erzonenzugslokomotive Gattung EP 2 an. Die notwendige Erhöhung des Daches über dem Transformator und der mit ihm zusammengebauten Schützensteuerung ermöglichte die Ausbildung eines sehr festen, hochgewölbten, mit dem Rahmen verbundenen Mittelstücks des Oberkastens, welches zur Versteifung und dauernden Festigkeit der über Rahmenoberkante liegenden Aufbauten wesentlich beiträgt.

Die Bremsung sämtlicher Achsen erfolgt in vier Gruppen, von welchen je zwei pneumatisch gekuppelt sind, und zwar durchweg einklotzig. Die Sandung wird durch Schwerkraftsander mit Druckluftsteuerung bewirkt und zwar wird für jede Fahrtrichtung die jeweils vorauslaufende Kuppelachse und die jeweilige dritte Kuppelachse — letztere durch ein selbsttätiges Steuerventil — gesandet.

Der elektrische Teil besteht in seinen Hauptteilen aus einem Öltransformator mit angebauten Henkelrohren als Kühler, welche besonders belüftet werden, aufgebauten Schützen und je zwei Doppelmotoren. Diese Doppelmotoren sind als sogenannte Wannomotoren ausgebildet, d. h. ihr Gehäuseunterteil, die Doppelwanne, wird zur Querversteifung des Lokomotivrahmens herangezogen, indem es fest mit den oberen Tragwinkeln an den Seitenwangen verschraubt wird. Die Einbeziehung der Doppelwanne in die Rahmenkonstruktion wird besonders wichtig, wenn es sich um tieferliegende Motoren handelt, wie bei den unten beschriebenen C C Lokomotiven, weil dort die beiden Ankerwellen und die Blindwelle derart

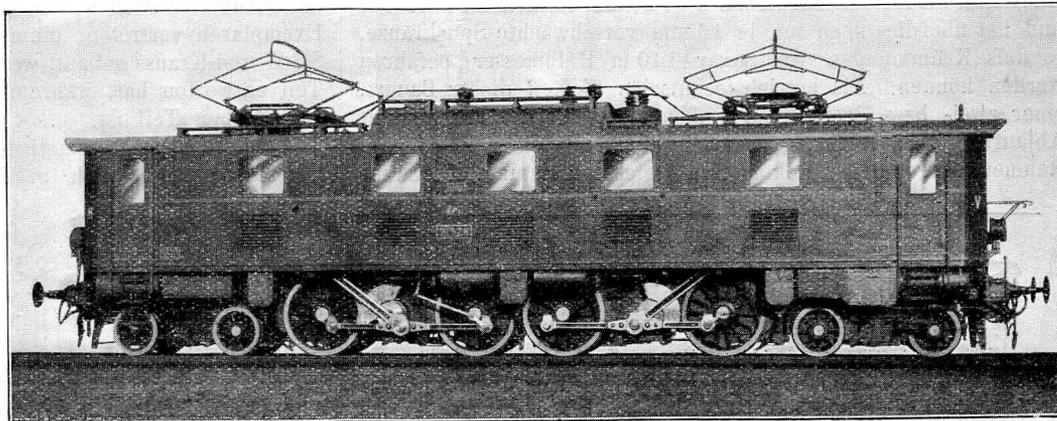


Abb. 11. 2BB2-Personenzuglokomotive der R. B. D. München. Gattung E. P. 5.

ungünstige Ausschnitte des Rahmenbleches erfordern, daß der Rahmen ohne Heranziehung der Motorwanne ausreichend steif nicht ausgebildet werden könnte.

Die Motoren sind also nicht »selbständig«, wie die der oben beschriebenen 1 C 1 Lokomotive, sie werden vielmehr mit ihren Einzelteilen in den Lokomotivrahmen eingebaut, zu dessen Querversteifung die untere Wanne des Motors gehört*). Im Gegensatz zu den B B C Motoren haben sie keine Widerstände zwischen Ankerleitern und Kollektor. Um die Stromstärken nicht zu sehr anwachsen zu lassen, sind die Anker und Wicklungen jedes Doppelmotors in Reihe geschaltet, was unbedenklich ist, weil die Motoren mechanisch miteinander gekuppelt sind, wohingegen bei Einzelantrieb unbedingt Parallelschaltung gefordert werden muß, um das Durchgehen eines Motors bei schwerer Anfahrt zu vermeiden. Die Zahnradvorgelege auch dieser Motoren haben Federung und Lamellendämpfung. Die Vereinheitlichung aller Nebenteile ist ebenfalls durchgeführt. Die Fahrtwendung erfolgt durch besondere Schützen.

6. Die 1B-B1 Güterzuglokomotive.

Diese sogenannte »leichte« Güterzuglokomotive mit $4 \times 18,5$ t = 74 t Reibungsgewicht und 108 t Dienstgewicht ist für den Dienst auf elektrisierten Strecken des nord- und süddeutschen Netzes bestimmt. Die Lokomotive**) ist nach Vorschlag der Verwaltung als Gelenklokomotive besonderer Bauart ausgebildet. Tafel 18 des Jahrganges 1924 gibt eine eingehende Zeichnung.

Die Aufgabe, eine vierfach gekuppelte Güterzuglokomotive mit zwei Rahmenvorgelegemotoren zu entwerfen, ist triebwerkstechnisch bekanntlich schwierig. Im vorliegenden Falle wurde als Antrieb der Kuppelachsenantrieb mittels schräg geneigter Treibstangen gewählt, welcher erstmals bei der im Jahr 1910 von der Maschinenfabrik Oerlikon und der Lokomotivfabrik Winterthur erbauten C-C Probelokomotive der Lötschbergbahn

*) Vergl. die Abb. 12 und 14 auf S. 186 und 187 des Jahrganges 1924.

**) Abbildung siehe Organ 1924, Seite 186.

versucht wurde, vergl. Organ 1911, Seite 437, Tafel LIX, Abb. 1 bis 6.

Als Fahrzeug besteht die Lokomotive aus zwei gleichen 1 B-Hälften, welche durch einen zugkraftübertragenden, kurzen Mittelrahmen verbunden sind. Dieser ist auf jeder Lokomotivhälfte in einer, in der Fahrzeugmitte befindlichen Kugelpfanne gelagert, auf welche Zugkräfte unmittelbar, Druckkräfte und Pufferstöße dagegen nach Überwindung einer Federspannung übertragen werden. Auf diesem Mittelrahmen, gewöhnlich »Brücke« genannt, sind der Transformator samt der Schützensteuerung und die Anlage für die Druckluftherzeugung montiert. Die beiden 1 B-Hälften sind steifachsig, mit 4,55 m festem Radstand, die Mittelachse ist um 2×20 mm seitlich verschiebbar und hat überdies noch um je 15 mm verschwächte Spurkränze, so daß Krümmungen von sogar 140 m Halbmesser befahren werden können. Als betriebstechnischer Vorteil dieser Bauart, einer zwei- bzw. dreiteiligen Lokomotive, gilt die Möglichkeit Ablaufberge zu befahren, was allerdings mit einer in einem Rahmen ausgeführten Lokomotive gleicher Leistung überhaupt

Leistung, die wie erwähnt, in zwei Motoren untergebracht ist. Der Transformator ist ölgekühlt, die Steuerung erfolgt durch Luftdruckschützen (vergl. Bemerkungen am Schluß). Alle Nebenteile sind vereinheitlicht.

7. Die C-C Güterzuglokomotive.

Diese sogenannte »schwere Güterzuglokomotive« von 118 bis 120 t Dienst- und Reibungsgewicht ist zunächst für die schlesischen Gebirgsstrecken, später auch für den Dienst auf der Strecke München—Regensburg bestimmt. Abb. 12 gibt eine Ansicht und Schnittskizze dieser Gelenklokomotive, welche bereits im Jahrgang 1924 unter Beigabe der Tafel 19 besprochen ist. Auf der Münchener Verkehrsausstellung ist sie in zwei Exemplaren vertreten, einmal von der AEG, eine zweite von SSW und Krauss gebaut, welche letztere Firma den mechanischen Teil entworfen hat, während die AEG Ursprungsfirma für den elektrischen Teil ist.

Diese C-C Lokomotive, im Bayerischen Netz als EG 5 bezeichnet, lehnt sich in der Gesamtanordnung an die vorbesprochene 1 B-B1 Lokomotive an, jedoch ist hier, der größeren Leistung entsprechend, jede C-Hälfte mit einem Zwillingen-Rahmenmotor mit gemeinsamer Vorgelegewelle versehen, dessen Ankerwellen sich in 1411,6 m Abstand über Schienenoberkante befinden, also beträchtlich niedriger liegen als bei der 1 B-B1 Lokomotive, welche 1890 mm Motorhöhe über Schienenoberkante aufweist. Die Dauerleistung jeder Motorgruppe ist 980 PS, bei 33 bis 55 km in der Stunde, die Stundenleistung der Lokomotive ist 2300 PS bei 30 km in der Stunde, ein für eine Güterzuglokomotive außerordentlich hoher Wert. Die dreiachsigen Hälften haben 4,5 m festen Radstand, die mittlere Kuppelachse ist um 2×25 mm seitlich frei verschiebbar, so daß

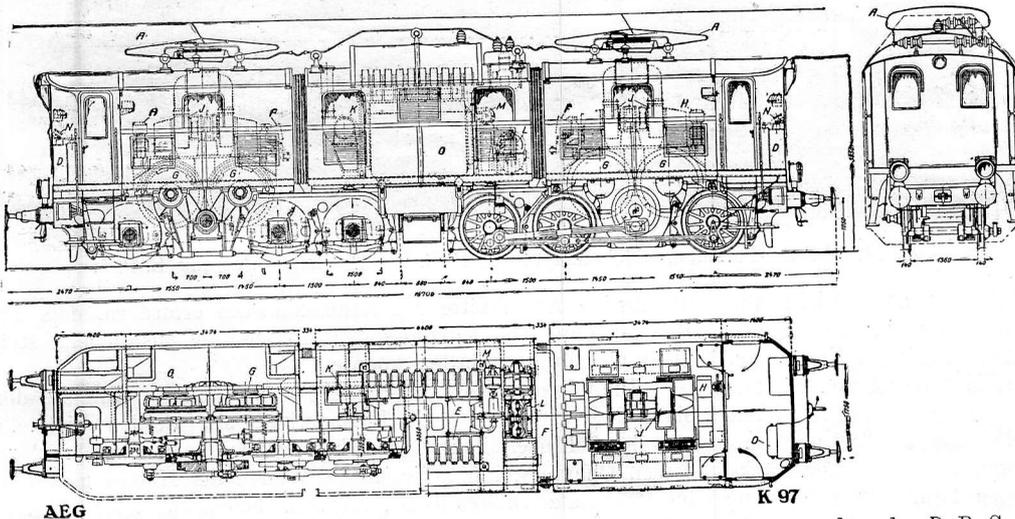


Abb. 12. Schwere C-C-Güterzuglokomotive für die schlesischen Gebirgsstrecken der D. R. G.

kaum erreichbar sein dürfte. Die Triebräder haben 1400 mm Durchmesser, ein für eine Güterzugmaschine hoher Wert. Die Vorgelege- und Ankerwellen sind kugelig gelagert. Das Mittel der Vorgelegewelle liegt 250 mm über dem Kuppelachsmittel, der kugelig ausgeführte Angriffspunkt der schrägen Treibstange liegt 75 mm über dem Kuppelstangenmittel; die Überhöhung beträgt somit 175 mm bei 2930 mm Treibstangenlänge. Da die mittlere Kuppelachse freie Seitenverschiebung hat und einebeniges Triebwerk zur Anwendung kam, mußte die seitliche Führung der Kuppelstange durch Eingriff ihres nach oben gezogenen Schmiergefäßes in die an dieser Stelle geschlitzte Treibstange gesichert werden. Die Bewahrung dieser Treib- und Kuppelstangenanordnung bleibt abzuwarten.

Die Federung ist bei den Lokomotiven der ersten Lieferung derart durchgebildet, daß jede 1 B-Hälfte in drei Punkten unterstützt ist. Bei den neueren Maschinen dagegen sind die Federn der Laufachse voneinander unabhängig, so daß vier Punktunterstützungen stattfinden.

Die beiden Gestelle tragen je einen Führerstand und einen Teil des Oberkastens. Der Mittelrahmen ist gleichfalls überbaut und durch Übergangbrücken und Faltenbälge an die beiden 1 B-Hälften angeschlossen. Die Bremsung jeder Hälfte ist sechs-klotzig mit den früher erwähnten hohen Bremsprozenten. Druckluftsender Bauart Kreck senden in jeder Fahrtrichtung je zwei Kuppelachsen.

Die elektrische Ausrüstung dieser Lokomotive leistet 1600 PS dauernd nach den Reichsbahnnormen, eine

sie ihren Seitenschub auf das Geleise überträgt und die festen Achsen nicht zusätzlich in wagrechtem Sinn belastet, was bei den hohen Achsdrücken für die Schonung des Oberbaues besonders wichtig ist.

Die Anordnung des Triebwerkes und der Aufbau des Rahmens sind ähnlich der 1 B-B1 Lokomotive, das Mittelstück ruht jedoch nicht in zwei Kugelpfannen, sondern ist durch zwei Universalgelenke mit kräftigen zylindrischen Zapfen an die beiden C-Hälften gekuppelt. Diese Kupplung ist in der Längsrichtung durch zwischengeschaltete Federn elastisch. Allzu starke Wankbewegungen des Mittelteiles werden durch vier nachstellbare Dämpfungsfedern verhindert. Die seitliche Führung der Kuppelstangen erfolgt durch die Zapfen der unverschieblich gelagerten Endkuppelachsen jeder Fahrzeughälfte, ist also unbedingt zuverlässig.

Zur Erreichung betriebsbrauchbarer Achsdrücke wurden an der fertigen Lokomotive Spannvorrichtungen zwischen die Brücke und die inneren Rahmenenden der C-Hälften eingeschaltet, welche die inneren Kuppelachsen stärker belasten, die führenden Endkuppelachsen der beiden Hälften dagegen entlasten. Dieser nach dem Vorschlag Kleinows angebrachte Einbau brachte außerdem eine unerwartete, fahrzeugtechnisch sehr erfreuliche Verbesserung mit sich: Die Ruhe des Ganges der Lokomotive wurde merklich gesteigert, was bei der angestrebten Höchstgeschwindigkeit von 55 km pro Stunde wertvoll ist.

Die elektrische Ausrüstung dieser Lokomotive stimmt völlig mit derjenigen der oben beschriebenen 2 B-B2

Lokomotive überein, so daß weitere Angaben hierüber entbehrlich sind.

Die erreichten Leistungen sind sehr beträchtlich: Auf 10 v. T. wurden 1200 t mit 40 km/Std., 1400 t mit 30 bis 35 km/Std. geschleppt, wozu Leistungen von über 2600 PS am Treibradumfang erforderlich sind.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen allgemeiner Art über die elektrischen Ausrüstungen der in der Ausstellung gezeigten Lokomotiven.

Es galt bei dieser im Jahre 1922 erfolgten Vergebung von insgesamt 138 elektrischen Lokomotiven mit einem heutigen Goldwert von rund 45 Millionen Mark alle die Erfahrungen zu verwerten, welche mit den verschiedenen »Versuchslokomotiven« aber auch mit gewissen Lokomotivserien gesammelt worden waren.

Es soll hier nicht im einzelnen auf die Entwicklung des Elektrolokomotivbaues in Deutschland eingegangen werden, es sei vielmehr nur kurz angedeutet, worin die hauptsächlichsten Schwierigkeiten im Anfang begründet waren.

Die Leistungsbemessung.

Da ist zunächst die Frage der Leistungsbemessung, in welcher anfangs viel gesündigt worden ist. Genügte bei einer Reihe von Lokomotiven vielleicht die Anzugskraft für das aufgestellte Betriebsprogramm, so zeigte sich jedoch bald, daß die Motoren und Transformatoren im Dauerbetrieb zu heiß wurden. Man war noch zu sehr von den Gewohnheiten des Straßenbahnbetriebes befangen, bei dem die richtige Bemessung auf Anzugskraft auch meist die richtige Dauerleistung ergab, obgleich letztere nur etwa 35 bis 48 v. H. der Anzugleistung betrug. Bei Vollbahnlokomotiven kann man nur unter intensiver Belüftung die erforderliche Dauerleistung erzielen und zwar werden für jede 500 PS Dauerleistung etwa 15 PS Lüfter- und Kühlerleistung benötigt, um die in den Maschinen auftretende Wärme herauszuschaffen.

Aber auch in der Anfahrlleistung und in der programm-mäßigen Förderleistung haben sich die ersten Elektrolokomotiven als unzulänglich erwiesen. Das erkennt man am besten aus der Anzahl der Triebachsen, die bei Schnellzuglokomotiven und bei Personenzuglokomotiven auf vier gestiegen ist (eine dreiachsige Personenzuglokomotive wird heute als »leichte« Lokomotive bezeichnet) und bei Güterzuglokomotiven auf sechs Achsen (eine vierachsige gilt hier als »leicht«). Gleichzeitig ist obendrein der zulässige Achsdruck inzwischen auf 20 t angewachsen.

Mit diesen Darlegungen ist aber ein ganz wesentlicher Unterschied zwischen den neuen und den älteren Maschinen noch nicht erfasst, nämlich der Unterschied in den sogenannten »Leistungseigenschaften«, also das was man als »spezifische Leistung« ansprechen kann. Hier war es nicht eigentlich der Elektriker, der am Überkommenen festhielt, es war vielmehr auch der Dampfmann, welcher in gewissen Eigenschaften des Gleichstrommotors Verwandtschaften mit den Eigenschaften der Dampflokomotive erkannte und als angenehm empfand, nämlich in der Eigenschaft, langsam und mit verhältnismäßig geringer Überleistung zu Berg zu fahren. Die ersten Wechselstromlokomotiven zeigten genau die gleichen Eigenschaften, man verzichtete bei ihnen noch auf die Möglichkeit, die Fahrgeschwindigkeit auf den Steigungen einfach durch Steigerung der Sekundärspannung zu erhöhen und noch bei den ersten Entwürfen für die den Neuvergebungen zugrunde zu legenden Leistungsvorschriften, waren »Leistungsgrenzen« in Aussicht genommen, die denen der Dampflokomotiven ähnlich waren.

Einer der Verfasser hat in einem Vortrag über »Reihenbildung von elektrischen Lokomotiven« Ende 1921*) bereits kurz auf den wesentlichen Unterschied der Leistungsgrenzen elektrischer Lokomotiven und von Dampflokomotiven hingewiesen

*) Vergl. Glasers Annalen 1921, Heft 11 und 12.

und hat dann in einem weiteren Vortrag*) gezeigt, in welcher Weise diese Leistungseigenschaften der Wechselstromlokomotive bewertet werden müssen und wie sich dadurch ganz wesentliche Vorteile erzielen lassen.

Diese Vorschläge wurden von den vergebenden Stellen übernommen, in dem ganz bestimmte Leistungsgrenzen in den Liefervertrag aufgenommen wurden. Abb. 13 zeigt z. B. solche Leistungsgrenzen wie sie für die 1 A₄ 1 Lokomotive gelten. Zum Vergleich sind diejenigen einer S 10² Dampflokomotive eingetragen, wobei man deutlich die große Überlegenheit der Elektrolokomotive besonders auf Steigungen infolge ihrer zeitweisen Überlastbarkeit und ihrer großen

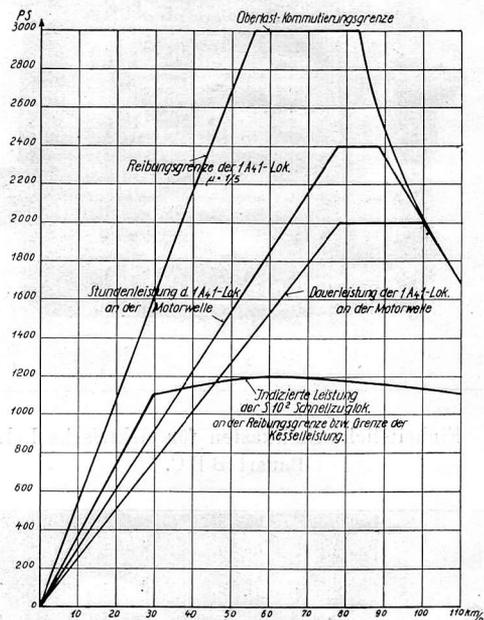


Abb. 13. Leistungskurven einer Schnellzuglokomotive mit Einzelachs-antrieb und einer Dampflokomotive. Gattung S 10².

Leistungen auch bei höheren Geschwindigkeiten erkennen kann. Dies bedeutet nichts anderes als eine wesentliche Verkürzung der Fahrzeiten gegenüber dem Dampftrieb, eine Erscheinung, die heute bereits recht wertvoll befunden wird. Natürlich ist die Ersparnis um so größer, je mehr Steigungen auf der befahrenen Strecke sind. Das ist aber auch meistens der Fall, denn schon aus anderen Gründen sind die »kohlenfressenden« Gebirgsstrecken diejenigen, die am ehesten die Elektrisierung rechtfertigen, wenn es sich nicht schon um sehr stark belastete Hauptstrecken handelt.

Die Vereinheitlichung der Lokomotiven**).

Schon bei einer flüchtigen Besichtigung der acht ausgestellten Lokomotiven fällt auf, daß gewisse Teile und zwar besonders die in den Führerständen untergebrachten, bei allen Maschinen die gleichen sind. So z. B. mit ganz wenigen Ausnahmen die sämtlichen nicht zur Steuerung der Hauptmotoren dienenden Schalter, die Schaltkästen (Abb. 14) für die Beleuchtung und Heizung, Mefsinstrumente, Geschwindigkeitsmesser, die Führerbügelhähne, Absperrventile u. a. m., was der Führer zu bedienen und zu beachten hat (Abb. 15). Bei genauer Besichtigung stellt man dann noch eine ganze Reihe

*) Vergl. Zeitschrift des V. D. I. 1922, Heft 48, Seite 1080 bis 1085: Die Leistungseigenschaften der Elektrolokomotive.

***) Vergl. Wichert: Die Wechselstromlokomotive der deutschen Reichsbahngesellschaft auf dem Wege zur Vereinheitlichung. Teil 2, der BBC-Nebenschaltkasten. Elektrische Bahnen 1925, Heft 2. — Vergl. Oertel, Teil 3 der Einheitsölschalter. Elektrische Bahnen 1925, Heft 9 und andere Aufsätze, die in Elektrische Bahnen folgen werden.

weiterer oft sehr lebenswichtiger Teile fest, welche vereinheitlicht worden sind. Z. B. die Ölschalter, die Stromabnehmer, sämtliche Luftdruckeinrichtungen (Abb. 16), die Heizkupplungen, die Hilfssicherungen, die Dachisolatoren, die Lampen, gewisse

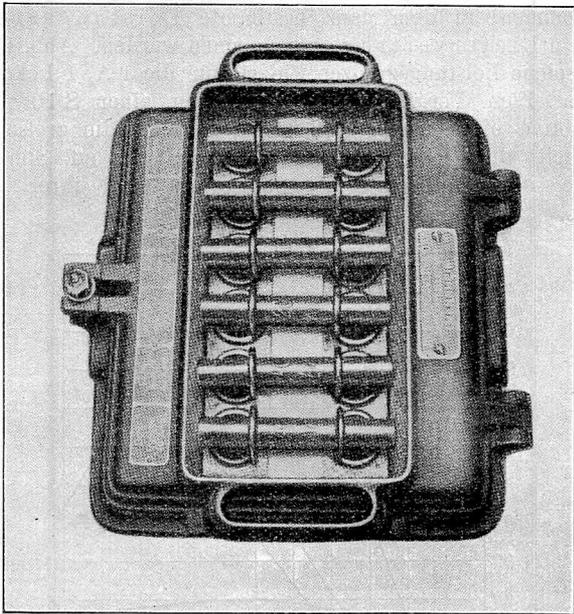


Abb. 14. Einheitslichtschaltkasten für elektrische Lokomotiven.
Bauart B B C.

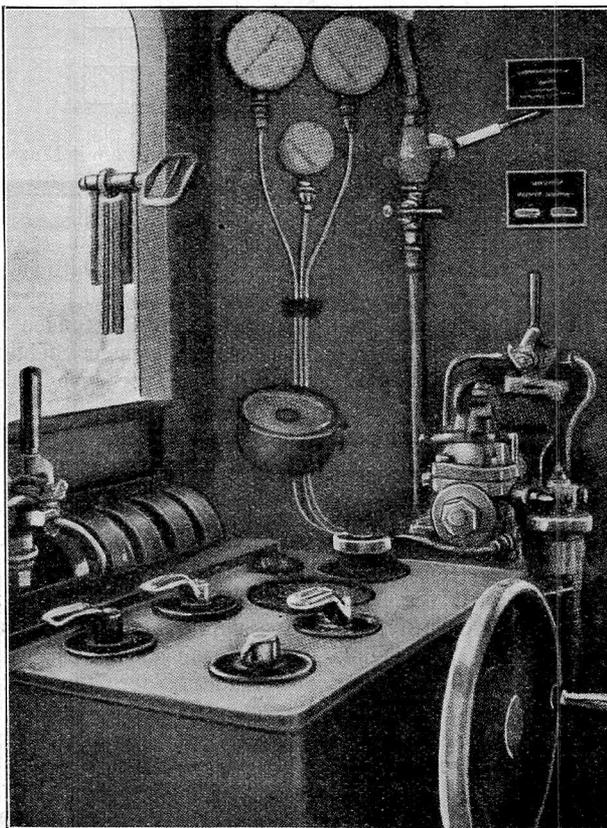


Abb. 15. Führerstand einer 1 C1-Personenzug-Lokomotive.

Einzelheiten auch an den Hauptteilen, kurz, Dinge, bei deren Wahl sowohl ihre besondere Geeignetheit als auch das Streben, die Aufgabe der Betriebswerkstätte zu erleichtern, ausschlaggebend gewesen ist.

Man muß der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft zu diesem Vorgehen Glück wünschen, denn man kann heute schon feststellen, daß der erwartete Erfolg eingetreten ist. Das zeigt in erster Linie die überaus glatte Inbetriebsetzung der neuen Lokomotiven auf den bayerischen Strecken, welche in kürzester Zeit ermöglichte, mit einem Personal, das naturgemäß überwiegend bisher nur Dampflokomotiven bedient hat, einen elektrisierten Fahrplan mit sogenannter einmänniger Bedienung durchzuführen, der auf den bis dahin mit Dampf betriebenen Strecken eine Leistungsverstärkung auf das Zweieinhalbfache bedeutet. Ist selbstverständlich ein solcher Erfolg anteilig auch auf die auf Grund früherer Erfahrungen von sämtlichen Lieferfirmen vorgenommenen Verbesserungen der Hauptteile zurückzuführen, so wäre er doch ohne die Vereinheitlichung der Nebenteile kaum möglich gewesen, die früher auch nur zu oft wegen ihrer nicht »bahnmäßigen« Bauart, aber auch wegen ihrer Verschiedenartigkeit versagten und zu erheblichen Störungen Anlaß gaben.

Wo einheitliche Konstruktionen nicht durchführbar waren wurde verschiedentlich das Prinzip vorgeschrieben. So erfolgt die Beseitigung der Schüttelschwingungen einheitlich nach Vorschrift der vergebenden Stellen bei allen Vorgelegemotoren durch Einbauen von gefederten und gedämpften Zahnradern. Die Lieferung der Zahnräder gehört, im Gegensatz zu den Vorschriften in andern Ländern, zum elektrischen Teil. Es sind deshalb auch die Elektrofirmen gewesen, welche von Anfang an die Entwicklung dieses Übertragungsmittels durchgeführt haben*).

Andererseits hat die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft geübte Zurückhaltung bezüglich der Vereinheitlichung der Hauptteile sich ebenfalls als sehr zweckmäßig erwiesen, denn schon der bisherige Betrieb hat erkennen lassen, daß manche Ausführung zwar ihre Vorzüge aber auch gewisse Nachteile hat, welche letztere bei der betreffenden Neukonstruktion nicht immer vorauszusehen waren, weil doch auch eine ganze Anzahl von Neuerungen zur Anwendung gelangt ist, für welche eine Sondererfahrung noch nicht vorlag. Hier wird erst ein mehrjähriger Betrieb mit dem für die neuen Lokomotiven geschaffenen Teilen erkennen lassen, ob eine solche Vereinheitlichung möglich und zweckmäßig erscheint. Eine gewisse Vereinheitlichung ist übrigens durch technische Gruppenbildung einzelner Firmen erreicht worden, so sind die Ausrüstungen der AEG und SSW (als Wasseg) und diejenigen von Bergmann und Maffei-Schwartzkopf (als BMS) nach gemeinsamen Entwürfen ausgeführt worden.

Die Fragen, die zu beantworten sein werden, sind folgende:

Welches ist die günstigste Antriebsform, Stangenantrieb oder Einzelantrieb? Ersterer läßt sich besonders bei Schnellzuglokomotiven vermeiden, er bietet mechanisch gegenüber dem Einzelantrieb Nachteile, elektrisch gewisse Vorteile (Reihenschaltung der Motoren).

Lufttransformatoren oder Öltransformatoren?

Motoren mit oder ohne Widerstandsverbindungen? Erstere gestatten höhere Klemmspannung zu verwenden, also geringere Stromstärken, auch braucht man nicht so hoch mit den Umfangsgeschwindigkeiten zu gehen. Sie sind also elektrisch und mechanisch vorteilhaft für den Einzelantrieb.

Schützensteuerung elektrisch oder elektro-pneumatisch oder mechanische Steuerung als Schlitten- oder Nockensteuerung?

Es ist zu erwarten, daß der Betrieb mit diesen 138 Lokomotiven, zu denen im Jahre 1924 weitere 35 Stück der verschiedenen Gattungen nachbestellt wurden, weitere Klärung in der Frage der Vereinheitlichung bringen wird, mit dem Endziel durch Reihenerstellung auch der Hauptteile die Kosten der elektrischen Lokomotiven zu verringern und damit ihr Anwendungsgebiet zu vergrößern.

*) Vergl. »Schüttelschwingungen« von A. Wichert, Forschungsarbeiten, Heft 266.

Wohin man schließlich gelangen kann, wenn auch die Hauptteile vereinheitlicht werden, das hat einer der Verfasser in dem oben bereits erwähnten Aufsatz über »Reihenbildung elektrischer Lokomotiven« (Glaser's Annalen 1921, Heft 11 und 12) gezeigt. Diese Vorschläge fielen damals noch nicht auf fruchtbaren Boden. Heute würde manches davon wahrscheinlich schon verwirklicht werden, nachdem auch von anderer

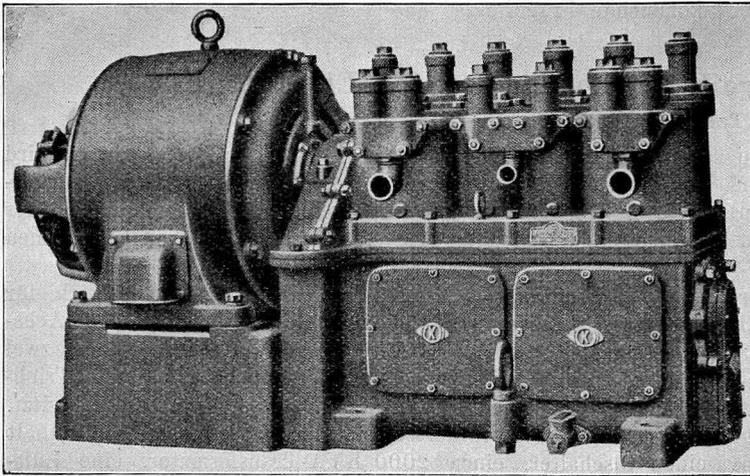


Abb. 16. Einheitsmotorkompressor Bauart B. E. W.-Knorr.

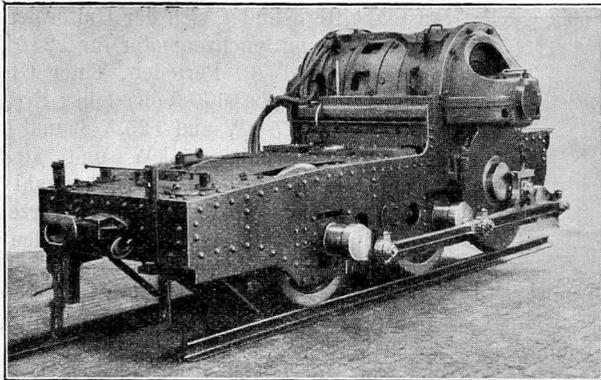


Abb. 17. Treibgestell mit Brownscher Kuppelstange.

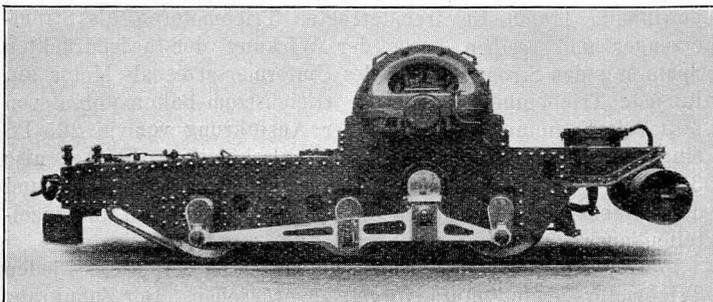


Abb. 18. C-Treibgestell der neueren Bauart mit Hauff-Kuppelstangen.

prominenter Seite derartige Vorschläge gemacht worden sind (vergl. Reichel: »Gestaltung elektrischer Lokomotiven« in Eisenbahnwesen V. D. I.-Verlag), die unter Berücksichtigung inzwischen gemachter Erfahrungen auf das gleiche hinauslaufen.

Außer den besprochenen Vollbahnlokomotiven, welche sämtlich der Deutschen Reichsbahn gehören, war noch eine

sehr bemerkenswerte Schmalspurlokomotive des öffentlichen Verkehrs ausgestellt,

die C + C Lokomotive der 760 mm-spurigen niederösterreichisch-steirischen Alpenbahn St. Pölten-Mariazell-Gufwerk.

Diese 91,3 km lange Strecke weist zahlreiche Steigungen bis $27\frac{0}{100} = 1 : 37$ und Krümmungen bis zu 80 m Halbmesser auf; sie wurde früher mit Dampflokomotiven betrieben und mit der fortschreitenden Steigerung der Verkehrsleistungen in den Jahren 1911/12 auf elektrischen Betrieb mit Einphasen-Wechselstrom von 25 Per/Sec und 6500 V Fahrdrachtspannung umgestellt. Nähere Angaben über die Kraftwerke, Stromzuführung und die Betriebsmittel finden sich in der Zeitschrift »Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen« 1910, Seite 294; 1912, Seite 291 und 1913, Seite 332.

Die ausgestellte Lokomotive, Bahn-Nr. 2, ist von den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken und der Lokomotivfabrik Krauß in Linz (Donau) im Jahr 1910 erbaut und auf Taf. 12, Abb. 5 und 6 dargestellt. Das geforderte Betriebsprogramm und der höchstzulässige Achsdruck von 8 t bedingen sechs Kuppelachsen. Die Lokomotive wurde somit als C + C mit zwei dreiachsigen Treibdrehgestellen und 47 t Reibungsgewicht ausgeführt. Die schmale Spur und die geringen Breiten- und Höhenabmessungen der Fahrzeugengrenzungsline erforderten besondere Maßnahmen. Die beiden Treibdrehgestelle erhielten Aufsenrahmen, um den Motor unterbringen zu können und tragen an den Enden die Zug- und Stofsvorrichtung; der Zugkräfte

übertragende Oberkasten erhielt die beiden Führerstände und einen Maschinenraum, dessen Höhe mit Rücksicht auf den Raumbedarf der Stromabnehmer erheblich niedriger ausgeführt werden mußte als die der Führerstände. So entstand eine für die Zeit der Erbauung originelle Anordnung, welche auch heute noch — nach rund 15 Jahren — volle Beachtung verdient. Die elektrische Ausrüstung weist zwei getrennte Öltransformatoren von zusammen 490 KVA Dauerleistung und zwei Rahmenvorgelegemotoren von je 300 PS Regelleistung bei 35 km, Std. auf. Ihre Bauart ist den Anschauungen der Bauzeit entsprechend halb offen ohne künstliche Kühlung. Die Spannungsregelung erfolgt durch eine elektromagnetische Schützen-Steuerung.

Besonderes Interesse verdient das Triebwerk, welches bei der ausgestellten Lokomotive die ursprünglich ausgeführte Bauform mit Brownscher Kuppelstange*) aufweist. Der Treibraddurchmesser von 800 mm und die erforderliche Zahnradübersetzung von etwa 1 : 3 bedingten eine »Überhöhung« der Vorgelegewelle über das Kuppelachsmittel um 180 mm, welche durch die aus Abb. 17 ersichtliche Brownsche Kuppelstange mit Gleitstein überwunden wurde. Die kurze Länge dieser Stange von 1,2 m und die erforderliche beträchtliche Überhöhung von 180 mm führen bei Aufsenrahmen und Schmalspur bei arbeitender Lokomotive zu beträchtlichen statischen Raddruckschwankungen. Bei den später gebauten Lokomotiven wurden diese durch Anwendung der Hauff-Kuppelstange in sehr wirksamer Weise auf die Hälfte vermindert. Diese Antriebsart, dargestellt in Abb. 18, lagert die Kuppelstange auf den Endachsen der Treibdrehgestelle, gibt ihr also bei der nämlichen Überhöhung 2,4 m, also die doppelte Länge. Die mittlere Kuppelachse wird durch einen besonderen Gleitstein angetrieben. Diese Kuppelstangenbauart mit zwei Gleitsteinen ist eine beachtenswerte Erfindung des verstorbenen Oberingenieurs Hauff der Kraußschen Lokomotivfabrik in Linz, welche bei Schmalspur, Aufsenrahmen und großer Überhöhung der Vorgelegewelle ganz besonders am Platz ist. Bei regelspurigen Lokomotiven, welche ganz allgemein mit Innenrahmenausgeführt werden, sind die durch die Überhöhung herbeigeführten Raddruckschwankungen, welche die Brownsche

*) Derartige Schlitzkuppelstangen wurden erstmals 1883 von Brown an einer Zahnradlokomotive angewendet. Die Schriftl.

Kuppelstange mit sich bringt, meist unbedenklich, so daß diese von der Schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur im Jahr 1883 geschaffene Kuppelstangenbauart hier mit Recht Anwendung findet. Auf der Deutschen Reichsbahn ist sie bei zwei Lokomotivgattungen vertreten.

Der Typ der ausgestellten Lokomotive, welche 7,9 m Gesamtradstand aufweist, zählt zu den schwersten und leistungsfähigsten elektrischen Schmalspurlokomotiven und ist ein interessantes Schaustück der Ausstellung.

Elektrische Lokomotive der Detroit, Toledo und Ironton Eisenbahn.

Von Reichsbahnrat Taschinger, Rosenheim.

Vor kurzem wurde in der Zeitschrift *Railway Age* (August 1925) eine der größten elektrischen Lokomotiven der Welt beschrieben, welche für die Detroit und Ironton-Bahn hergestellt und auf einer vier Meilen langen Strecke erprobt wurde.

Der Lokomotive wird durch vier Stromabnehmer einphasiger Wechselstrom mit 25 Perioden und einer Spannung von 22 000 oder 11 000 Volt zugeführt, der durch einen im Innern der Lokomotive aufgestellten Transformator auf 1250 Volt umgespannt wird. Mittels eines Umformer-Maschinensatzes wird dieser Wechselstrom in Gleichstrom von verschiedener Spannung umgeformt, mit welchem acht Hauptstromtriebmotoren betrieben werden.

Die Lokomotive kann auch mit Wechselstrom anderer Spannung gespeist werden, sofern die Periodenzahl von 25 bei-

Überblickt man die auf der Verkehrs-Ausstellung München 1925 gezeigten elektrischen Lokomotiven hinsichtlich ihrer Gesamtanordnung und der Durchbildung ihrer Einzelteile, so gewinnt man den festen Eindruck, daß die durch den Krieg jah unterbrochene Entwicklung mit Energie wieder zu fördern versucht wird und daß vielfach neue Wege beschritten werden. Welcher Lokomotivbauform freilich die Zukunft gehört, ist eine immer noch umstrittene, so rasch auch kaum zur Entscheidung kommende Frage.

keit der Lokomotive erhöht werden. Der Umformersatz wird durch eine Hilfsbatterie mit 60 Zellen von der Stromerzeugerseite aus angeschlossen und auf halbe Drehzahl gebracht. Der Synchronmotor wird bis zur vollen Geschwindigkeit vollkommen selbsttätig in Gleichtritt gebracht.

Mechanische Ausführung. Die hauptsächlich für Güterzüge verwendete Lokomotive besitzt folgende Achsanordnung: 4 A - 4 A + 4 A - 4 A. Sie besteht also aus zwei dauernd durch ein Kugelgelenk gekuppelten halben Trieb-einheiten, von denen jede eine vollständige Ausrüstung besitzt. Jedes Wagenkastenvorderteil einer halben Trieb-einheit enthält einen Ölschalter, einen 2000 KVA-Transformator, eine Luftpumpe für die Zugbremsen, einen Lüfter für die Triebmotoren und für den Ölkühler des Transformators. Die Kreiselpumpe für den Umlauf des Transformatoröls wird von der Lüfterwelle aus angetrieben. — In der zweiten Wagen-

kastenhälfte befindet sich der Umformersatz, der aus einem Synchronmotor für 1240 Volt Spannung und 60 Perioden, einer Gleichstrommaschine von 600 Volt, einer Erregermaschine mit 75 kW und 125 Volt und einer Lademaschine mit 25 kW und 10 Volt Spannung besteht. Die Umlaufzahl ist 750 min. Der fremderregte Stromerzeuger des Umformersatzes ist mit Wendepolen und Kompensationswicklungen versehen. Die 75 kW Erregermaschine dient zur Erregung des Motor- und Generatorfeldes des Umformers, ferner der Lademaschine, sowie zur Speisung sämtlicher Hilfsmotoren und Hilfsstromkreise. Die 25 kW-Lademaschine dient auch zur Erregung der Felder der während der Zeit der Stromrückgewinnung als Stromerzeuger laufenden Triebmotoren. Bei der Stromrückgewinnung laufen die fremderregten Triebmotoren als Stromerzeuger und treiben unter der Wirkung der aufgedrückten Spannung den Stromerzeuger des Umformersatzes als Motor an. In jede Trieb-einheit sind acht Gleichstrom-Bahnmotoren von 600 Volt Spannung in hängender Ausführung von je 225 PS eingebaut. Die Gesamtleistung der Lokomotive beträgt also 3600 PS. Jeder Triebmotor bildet mit dem Vorgelege und den Triebachsen eine Einheit und ist als Ganzes und in Einzelteilen auswechselbar.

Wie aus Abb. 2 ersichtlich, ist zu beiden Seiten eines jeden Triebmotors je ein Zahnradvorgelege vorgesehen. Der Zahnkranz des großen Zahnrades besitzt 98 Zähne und ist unmittelbar auf die entsprechend ausgebildete Nabe des Triebrades aufgesetzt. Die hohle Motorwelle trägt den Anker und ruht in zwei Bronzelagern gewöhnlicher Ausführung von 14" Länge. In die hohle Ankerwelle ist, in der Mitte verkeilt, die bewegliche Zahnradtrieb-welle eingelassen. Auf der Zahnradtrieb-welle sitzt die ebenfalls in die hohle Ankerwelle eingreifende Nabe des kleinen Zahnrades, das 22 Zähne hat. Diese Anordnung gestattet, daß die Ritzel, sowohl der Ankerwelle gegenüber als auch gegeneinander, Relativbewegungen ausführen und während

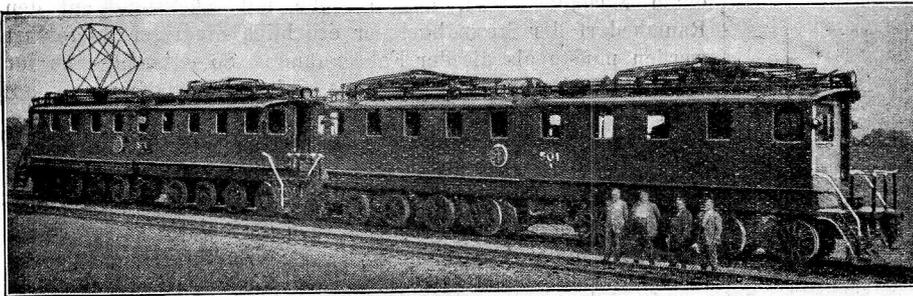


Abb. 1. Elektrische 4 A - 4 A + 4 A - 4 A Lok. der Detroit und Ironton-Bahn.

behalten wird. Die Lokomotive ist für eine Höchstleistung von 5000 PS und für eine höchste Anfahrzugkraft von ungefähr 123,6 t bemessen. Sie besitzt ein auf 16 Triebachsen verteiltes Gesamtgewicht von 372 t. Die Lokomotive leistet im Durchschnitt 4200 PS bei einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h und 3600 PS bei einer solchen von 40 km/h. Ihre Gesamtlänge beträgt 35,5 m, der größte feste Achsstand 3,355 m.

Die Drehzahl der Triebmotoren kann in 45 Stufen sehr weitgehend geregelt werden. Vom Stillstand der Lokomotive bis zu einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h erfolgt die Drehzahlregelung durch Veränderung der Hauptgeneratorspannung und bei einer Geschwindigkeit von 27,5 bis 42 km/h durch veränderliche Erregung der Motoren. Die Erregung der Triebmotoren wird vom Beginn der Anfahrt bis zu einer Geschwindigkeit von 27,5 km/h in Reihe geschaltet, von 27,5 km/h ab bis zur Höchstgeschwindigkeit werden die Motoren parallel erregt. Der Übergang von Reihenerregung zur Parallelerregung und umgekehrt geschieht ohne Stromunterbrechung. Somit kann die Umschaltung der Erregung bei Vollast durchgeführt werden ohne die Zugkraft der Motoren während des Schaltvorganges zu unterbrechen oder sonst ungünstig zu beeinflussen. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn mit der Umschaltung die Feldschwächung der Triebmotoren erreicht werden soll. Durch Feldschwächung der Triebmotoren kann die Geschwindig-

der Fahrt auftretende Stöße aufnehmen können, wodurch ein sicheres Eingreifen der Getriebe gewährleistet wird. Die Tatztenlager des Motorgehäuses sind als Halslager ausgebildet, um die Axialdrücke der Räder aufzunehmen. Die Lagerzapfen sind reichlich bemessen, um ruhigen Lauf der Getriebe zu sichern. Dieser Antrieb wurde auf dem Prüffeld einer angestrengten Prüfung, die einer ungefähr zweijährigen Dienstzeit entsprach, unterworfen und hat sich durchaus bewährt.

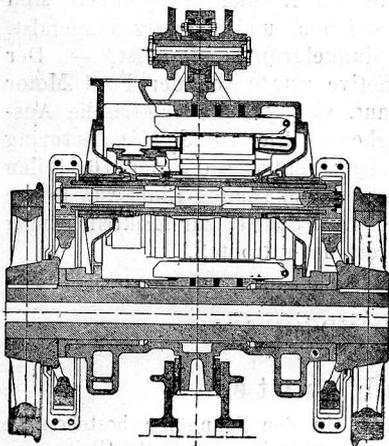


Abb. 2. Wagrechtter Schnitt durch den Motor.

Jeder Motor ist in drei Punkten gelagert und in einem vierten Punkt geführt. Der Gegendruck des Triebwerks und Motors wird von einer am Lokomotivgestell befestigten Kugel und Muffenverbindung aufgenommen. Auf beiden Seiten der Motorgehäuse sind Seitenträger angeordnet, auf welchen über Tragfedern und Bolzen mit besonderen Längsträgern das Lokomotivgestell ruht.

Die seitliche Verschiebung der Motoren verhindert eine gegenüber der Aufhängung senkrecht

zur Achse angeordnete Nase, die im Gestell geführt ist. Für jede Triebeneinheit haben nur sechs Motoren diese Nase, während die Motoren der geführten und gezogenen Achse gefederte Führungen haben, um ein seitliches Spiel von 2" nach jeder Richtung zu ermöglichen.

Gestell. Das Untergestell (Abb. 3) besteht aus einem Mittel- und zwei Seitengestellen. Das Mittelgestell ist ein schwerer schachelförmiger Stahlgußhohlkörper, welcher als das Rückgrat der Lokomotive angesehen werden kann. Er ist mit passenden Verlängerungen versehen um die schweren Ausrüstungen, die unmittelbar aufgebaut sind, zu schützen, während das Innere des Gußkörpers derart abgeteilt ist, daß ein Haupt-

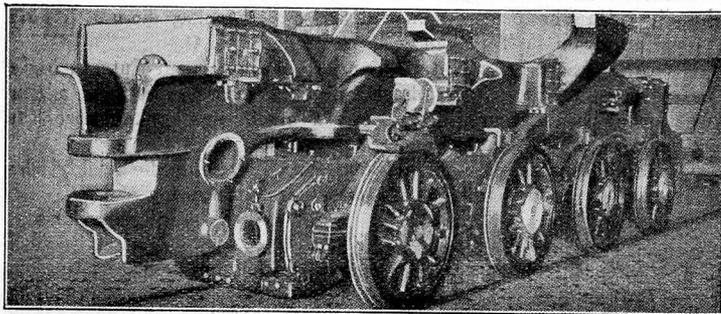


Abb. 3. Untergestell.

Luftspeicher und ein Luftzuführungskanal für die Bahnmotoren-
lüftung entsteht. Vom Luftspeicher wird die Luft durch metallene bewegliche Bälge den einzelnen Motoren zugeführt. Ein großer biegsamer Luftschlauch aus imprägnierter Leinwand verbindet die beiden anstößenden Gestelle.

An dieses mittlere Gußgestell sind beiderseits parallel zwei kanalförmige Gußstücke mittels Bolzen angesetzt, welche das äußere Seitengestell bilden und als Stützen der eisernen Bodenfläche dienen. In diesen Seitengestellen ist die Batterie untergebracht, ferner verschiedene kleine elektrische und mechanische Ausrüstungsteile. Die Außenseite dieser Teile ist durch eine gebogene abschließbare Blechhaube abgedeckt.

Transformator- und Umformeraufbau. Der schwerste Teil der Ausrüstung, der Umformersatz, ist in drei Punkten des Mittelgestells gelagert. Die beiden Erregermaschinen sitzen auf den Wellenverlängerungen. Die Kühlluft wird durch die Endschilde eingezogen und in einen Kanal, der um den Ventilator herumläuft, in der Mitte des Gestelles ausgeblasen. Die Zu- und Abluftklappen können von Hand oder selbsttätig bedient werden, um die heiße Luft bei kaltem Wetter in das Wageninnere oder ins Freie zu befördern.

Der Transformator, der zweitschwerste Teil der Ausrüstung, hat einen gewellten Ölbehälter aus $\frac{3}{4}$ " starkem Kesselblech. Er ist mit dem Ölschalter zusammengebaut in der Weise, daß Transformatormantel und Ölschaltergehäuse ein Ganzes bilden. Im Innern des Kessels sind Reihen- und Parallelverbindungen angeordnet um die Primärspannung von 22 000 auf 11 000 Volt umklemmen zu können; sie sind durch das Mannloch in dem Gehäuse leicht zugänglich. Strom- und Spannungswandler für Mefs- und Auslösungseinrichtungen sind ebenfalls im Innern untergebracht. Die Kabelverbindung zwischen dem Ölschalter und der Transformatorhochspannungsseite ist verdeckt, während das Kabel, welches von dem Stromabnehmer zum Schalter führt, dem letzteren durch den Deckel zugeführt wird. Der Vorschaltwiderstand für den Schalter ist in den Ölbehälter eingebaut und kann zur Untersuchung mittels Schraubenkupplungen und Kurbel heruntergelassen werden. Die Absicht, diese Anordnung einheitlich zusammenzubauen, war dadurch begründet, alle blanken Metallteile, welche Primärspannung führen, unzugänglich zu machen. Transformator und Ölschalter sind für einen höchsten Grad von Sicherheit gegen vorkommende Ölexplosionen bemessen und beide mit Sicherheitsventil (durch das Wagendach) versehen. — Wie bereits bemerkt, wird das Transformatoröl durch eine kleine Kreiselpumpe ständig bewegt und abgekühlt. Der Lüfter für die Triebmotoren saugt die Kühlluft doppelseitig an und bläst sie durch das Wagendach aus. Sein Aluminiumflügelkörper wird durch einen Gleichstrommotor mit 1650 Umdr./min angetrieben. Eine Umschaltvorrichtung gestattet, den Motor mit halber Geschwindigkeit laufen zu lassen.

Schalt- und Signaleinrichtungen. In jedem der beiden Führerstände befindet sich eine Steuerwalze von gedrungener Ausführung. Die vielen Schaltmöglichkeiten gestatten, sämtliche Triebkrafteinheiten von irgend einem Stande aus zu bedienen. Die Steuerwalze enthält die Kontakte, drei auf horizontalen ineinander geschobenen Wellen angeordnete Bedienungshebel, die Luftbremsventile in wagrechtter Lage und eine Sandstreuvorrichtung, die durch einen Fulstritt betätigt wird. Eine Anzahl kleinere Signalausstattungsteile (Pfeife, Glocke, Signallichtschalter usw.) sind ebenfalls vorgesehen. Die Steuerung ist durch ein Aluminiumgehäuse abgeschlossen.

Der Lokomotivwagenkasten. Der Wagenkasten ist in der gewöhnlichen Weise, jedoch aus stärkerem Material als sonst üblich gebaut. Die Außenwände bestehen aus $\frac{1}{4}$ " starkem Blech. Die Abteil- und Innenwände für den doppelwandigen Führerstand sind $\frac{3}{16}$ " stark. Die beiden Wagenhälften sind durch eine bewegliche Zwischenwand aus imprägniertem Zeltstoff verbunden und mit sechs durch je zwei Kugelenke vom Wagendach getragene Falzrahmen versteift. Das Mittelteil einer jeden Wagenkastenhälfte kann abgehoben werden, während der Führerstand und das Abteil nächst der Gelenkführung stehen bleiben. Diese Anordnung erleichtert die Arbeit bei einer späteren durchgreifenden Ausbesserung. Die Doppelwände der Wagenkästen jeder Triebkrafteinheit enthalten je acht Sandbehälter, die vom Dach aus gefüllt werden. Die Fenster aus geschliffenem Glas sind in Messingrahmen geführt.

Sämtliche Schalter und Relais wurden so angeordnet, daß keiner die Höhe von 1,25 m über Boden überschreitet und genügend Platz für den Gang auf den Seiten bleibt. Diese Verteilung gestattet einen freien Überblick über die meisten Apparate.

Alle unter Spannung stehenden Teile sind durch gelochte Bleche abgedeckt, so daß das Innere des Wagens für die Bedienung als vollkommen sicher angesehen werden kann. Sämtliche Kabel und die meisten Rohrführungen sind im Zwischenboden des Wagenkastens verlegt. Alle über die Gelenkführung gehenden Kabel sind leicht biegsam mit reichlichen Ausmaßen für die äußersten Bewegungen.

Bremsen. Von der bisher gebräuchlichen Luftbremsanordnung, nach welcher ein Bremszylinder mittels eines gemeinsamen Gestänges den Bremsdruck auf die einzelnen Räder überträgt, mußte hier abgewichen werden. Die neue Ausführung sieht je einen kleinen Bremszylinder über jedem Rade vor, welcher auf einer Verlängerung des Motorgehäuses sitzt. Wird Prefluft eingelassen, so bewegen sich Zylinder und Kolben in entgegengesetzten Richtungen und drücken dabei einen einzigen Bremsschuh durch Scherenhebel auf den Radreifen. Eine flache Blattfeder gibt die Bremse wieder frei, sobald die Luft ausströmt. Die beim Bremsen entstehende Gegen-

wirkung beeinflusst nicht die Federung des Wagenkastens sondern entlastet die Achslager. Die genannte Anordnung ist außerordentlich einfach und kann mit den üblichen Werkzeugen und mit wenigen Handgriffen auseinandergenommen werden.

Die gesamte mechanische und elektrische Lokomotivausrüstung ist in sämtlichen Einzelteilen aufs beste ausgeführt. Alle sichtbaren Bolzen, Geländer und kleinere Einzelteile sind vernickelt. Das Gestell, die Räder und Kupplungen sind bis zur Wagenkante rot gestrichen und schwarz eingefasst, während der Wagenkasten dunkelgrün lackiert ist. — Der mechanische Teil der Lokomotive wurde von der Ford Motor Company entworfen und gebaut, während die elektrische Ausrüstung durch die Westinghouse Electric & Manufacturing Company hergestellt wurde. Die Elektrisierung der 16 Meilen langen Strecke der Detroit Toledo und Ironton Linie von Rouge Yards nach Elat Rock ist der erste Schritt zur Elektrifizierung der gesamten Linie von Detroit nach Ironton.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Elektrische Bahnen; besondere Eisenbahnarten.

Elektrischer Eisenbahnbetrieb auf Neuseeland.

(Modern Transport, 1925, Vol. XII, Nr. 309 v. 14. II.)

Zwischen der Ostküste und der Westküste der Südninsel von Neuseeland bestand bisher nur eine Straßensverbindung über den gegen 1000 m hohen Arthurs-Pafs. Die Fahrt war nicht ungefährlich und nahm auf der etwa 20 km langen Pafsstrecke allein etwa vier Stunden in Anspruch. Seit dem Jahre 1860, dem Zeitpunkt, wo in Neuseeland der Eisenbahnbau begann, ist daher der Plan erörtert worden, eine Eisenbahn über den Arthurs-Pafs zur Verbindung der beiden Bezirke, die ihre Güter sonst nur auf dem etwa 650 km langen Seeweg austauschen können, zu bauen. Mangel an Mitteln und technische Schwierigkeiten haben aber den Plan nicht zur Ausführung kommen lassen. Seit langem verfolgte Pläne führten endlich im Jahre 1900 zu dem Beschlusse, den Pafs zu untertunneln, es dauerte aber noch bis in das Jahr 1908, ehe der Bau in Angriff genommen wurde. Im August 1918 war der Tunnelbau beendet, nachdem er infolge des Krieges ins Stocken geraten war.

Der Tunnel ist 8,55 km lang und erhebt sich in einer Steigung 1:33 von 483,4 m auf 742,7 m Seehöhe. Wegen seiner Länge und der steilen Neigung entschloß man sich zur Einführung elektrischen Betriebes, den man auch noch auf eine 5 km lange Strecke außerhalb des Tunnels ausdehnte. Von elektrischer Zuförderung auf der ganzen Strecke mußte man wegen der hohen erforderlichen Mittel z. Zt. vorerst absehen. Außer den Hauptgleisen waren noch 8 km Nebengleise elektrisch auszurüsten. Der Berechnung der elektrischen Anlagen wurde ein täglicher Verkehr von 1000 t in vier Güterzügen in der Richtung nach Westen und 700 t in der Gegenrichtung, sowie ein Personenzugpaar, bestehend aus sechs Wagen zugrunde gelegt.

Als Betriebsstrom wurde Gleichstrom mit 1500 Volt Spannung gewählt. Man folgte damit dem englischen und französischen Beispiel, sowie demjenigen von Australien und Japan. Der Betriebsstrom soll später aus dem staatlichen Wasserkraftwerk am Coleridge-See entnommen werden; da aber die Fernleitungen dieses Werkes noch nicht bis in die Nähe der Eisenbahn führen, hat man zunächst in Otiva, einem Endpunkt der Tunnelstrecke, ein Dampfkraftwerk angelegt. Die Leistung der Stromerzeuger, die eigene Erregermaschinen besitzen, beträgt 1200 Kilowatt bei 450 Umdrehungen in der Minute. Die Erzeugerspannung ist 1650 Volt. Für die Beleuchtung des Tunnels, der Bahnhöfe, des Kraftwerks selbst, sind besondere Maschinen vorgesehen. Zum Aufladen einer Lokomotive mit Speicherbetrieb und der Speicher der anderen Lokomotiven sind besondere Zusatzmotoren vorgesehen.

Der Fahrdrat hat im Freien Doppelkettenaufhängung. Er ist in je 4,5 m Abstand an das Trageil angehängt. Im Tunnel ist einfache Kettenaufhängung vorgesehen; das Trageil ist in 27,5 m Abstand an der Tunneldecke befestigt. Die hölzernen Maste im Freien, die in der Geraden in 15 m Abstand stehen, sind aus australischem Hartholz. Auf eingleisigen Strecken wird die Fahrleitung von einfachen

eisernen Auslegerarmen getragen. In den Bahnhöfen bestehen die Ausleger zum Teil aus Fachwerk, zum Teil sind die Gleise von beiderseits gestützten Fachwerkträgern überspannt, die ihrerseits auf Holzmasten gelagert sind.

Für die neue Strecke, die in 1,067 m Spur, der Regelspur für Neuseeland, angelegt ist, sind fünf Lokomotiven beschafft worden, die sowohl den Personen- wie den Güterzugdienst versehen sollen. Hierdurch soll der Lokomotivbestand niedrig gehalten und Betrieb und Unterhaltung erleichtert werden. Im Güterzugverkehr wird von den Lokomotiven die Beförderung einer Zuglast von 280 t, im Personenzugverkehr von 138 t verlangt. Die Personenzüge werden von einer, die Güterzüge von zwei Lokomotiven gezogen, die so geschaltet sind, daß nur die eine eines Führers bedarf. Die Lokomotiven bestehen aus zwei gelenkig verbundenen, zweiachsigen Triebgestellen. Sie wiegen 50 t. Auf jeder Achse sitzt ein Motor von 170 PS Stundenleistung; je zwei Motore sind in Reihe geschaltet. Die Lokomotiven sind mit vier Bremsen ausgestattet: einer selbsttätigen Westinghouse-Bremse, die auf die Lokomotive und die Wagen wirkt, einer nicht selbsttätigen Westinghouse-Bremse, die nur die Lokomotivräder abbremst, einer von diesen beiden Bremsen unabhängigen Handbremse und einer elektrischen Bremse, die unabhängig vom Fahrstrom in Tätigkeit gesetzt wird.

Um die Strecke zu Unterhaltungsarbeiten oder zur Untersuchung befahren zu können, wenn die Fahrleitung stromlos ist, ist außerdem eben beschriebenen Lokomotiven noch eine Lokomotive für Speicherbetrieb beschafft worden.

Alle Maschinen, Lokomotiven, die Teile für die elektrische Streckenausrüstung sind aus England bezogen worden.

Wernecke.

Über neuere elektrische Großlokomotiven.

Herr Ingenieur Lateruser-Zürich gibt in der Schweizerischen Bauzeitung*) 1925, 2. H., Nr. 21 eine Übersicht über die seit 1920 gebauten elektrischen Lokomotiven in verschiedenen Ländern. Von Gleichstromlokomotiven sind leider nur amerikanische Bauformen angeführt, die wie bekannt meist recht schwer ausfallen. Leider fehlen die französischen Ausführungen der letzten drei Jahre, die das Material recht gut auszunutzen scheinen. Bei den folgenden Angaben über die spezifische Leistung (PS/t) und dem umgekehrten Werte kg/PS (Stundenleistung) ist zu beachten, daß manche Lokomotiven Einrichtungen für elektrische oder Dampfzugheizung und öfter auch für Energierückgewinnung haben, wodurch natürlich das Gewicht erhöht wird. Ungewohnt hohen Treibachdruck (35 t) weist die Lokomotive der Pennsylvania-Eisenbahn auf. Die Angaben der Schweizerischen Bauzeitung wurden insofern erweitert als die spezifische Lokomotivlänge (mm/PSH) und die Reibungsziffer bei der größten Zugkraft zugefügt wurden. Dipl.-Ing. Homolatsch.

*) Schweizerische Bauzeitung vom 21. 11. 25, Seite 253.

Neuere elektrische Großlokomotiven.

Hersteller des elektrischen Teiles	BBC	BBC	BBC	BBC	Bergmann	SSW AEG	BBC	MFO	BBC	Sécheron	Westinghouse	Metro-politain Vickers	Westinghouse	Westinghouse	General Electric Cy			Westinghouse
Länge m	11,5	14,51	14,52	19,27	14,4	20,89	20,3	14,09	14,7	16,24	20,789	3 × 13,3	15,189	17,476	15,799	16,76	11,937	16,154
Gewicht t	76	91	91	135	114	127	113,5	98,5	92,3	110,5	184	3 × 67	100	113	137	107	89	125
Reibungsgewicht . . . t	76	64	65	103,2	73	100	87	55,3	55,3	74	139	3 × 67	100	93,6	137	71	89	90
Treibachsdruk t	15,5	16	16	18	18,4	16,8	14,5	18,5	18,4	18,6	35	17	16,8	15,6	22,8	17,8	22,5	22,5
Stundenleistung . . . PS	2200	2360	2560	2660	2900	2750	2500	2000	1890	2400	3300	3 × 1200	1680	2250	2700	1680	1680	2280
Stundenzugkraft . . . t	12	8,5	9,25	18,6	13	19,2	12,5	8,3	8,35	11,5	26,5/13,25	3 × 9,3	12,5	10	23	6,5	13	8,6
Stundengeschwindigkeit km/h	50	75	75	39	60	39	54	65	61	56	34/68	35	36	60	32	69,8	35,6	70
Höchstgeschwindigkeit km/h	50	100	100	60	90	60	65	90	90	75	56/112	72	65	100	53	90	50	105
Größte Zugkraft . . . t	—	—	—	28	20	28	16,5	15	14	20	45/22,5	3 × 20	25	23,4	41	21,3	26,7	23
Treibraddurchmesser mm	1070	1630	1630	1530	1250	1530	1350	1610	1610	1610	2020	1220	1070	1680	1070	1070	1070	1600
Zugheizung	—	—	elektr. Dampfkessel	elektr.	Dampf	elektr.	elektr.	elektr.	elektr.	elektr.	—	—	—	—	—	—	—	—
Energierückgewinnung(R)	R	R	R	R	—	—	—	—	—	Widerst.-Brems.	—	R	R	R	R	R	R	R
Stromart	Drehstr. 45 ~	Drehstr. 45 ~	Drehstr. 16 ² / ₃ ~	Einph. 25 ~ 22000 V	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.	Gleichstr.							
	10000 V	10000 V	3600 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	15000 V	Gleichstr. 600 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V	3000 V
Achsfolge	D	1-D-1	1-D-1	1-C + C-1	2-D-1	1-C + C-1	1-C + C-1	2-C-1	2-3 A-1	1-2 A + 1-2 A-1	1-BB-1	3 mal 2A + 2A	3A + 3A	1-3 A + 3 A-1	2A + 2A + 2A	2-2 A + 2 A-2	2A + 2A	1-2 A + 2 A-1
Achsantrieb	Zahnradstangen	Zahnradstangen	Stangen	Zahnradstangen	Stangen	Zahnradstangen	Zahnradstangen	Zahnradstangen	BBC Einzelachse	Hohlwelle	Zahnradstangen	Einzelachsantrieb mit Vorgelege						Hohlwelle
Reibungsziffer bei Stundenzugkraft . . .	6,3	7,5	7	5,5	5,65	5,2	7	6,7	6,6	6,5	5,25	7,2	8	9,4	5,9	11	6,9	10,5
bei größter Zugkraft .	—	—	—	3,67	3,65	3,57	5,28	3,7	3,95	3,7	4,1/2,05	3,35	4	4,85	3,34	5	3,3	5,42
Leistung f. d. Gewichtseinheiten . . . PS/t	2,9	2,6	2,8	1,98	2,54	2,16	2,2	2,03	2,05	2,17	1,8	1,8	1,68	1,99	1,97	1,57	1,89	1,79
Gewicht f. d. Leistungseinheiten . . kg/PS	34,5	38,5	35,4	50,5	39,3	46,2	45,5	49,3	48,7	46,0	54,5	55,8	59,6	50,2	50,8	63,5	53,0	55,8
Länge für die Leistungseinheiten . . mm/PS	5,2	6,15	5,65	7,25	4,95	7,6	8,1	7,05	7,8	6,8	6,3	11,1	9,05	7,8	5,85	10	7,1	7,25

Normalisierung des Antriebsmechanismus elektrischer Schnellzuglokomotiven der S. B. B.

Die S. B. B. haben im Januar d. Js. einen Auftrag auf 54 elektrische Lokomotiven, 16 elektrische Triebwagen und eine Anzahl von Personen- und Güterwagen vergeben. Der Auftrag ist dadurch bemerkenswert, daß sich unter den Lokomotiven außer sechs Verschiebelokomotiven 38 Schnellzuglokomotiven Serie Ae 3/6 (Achsanordnung 2 A A A 1) und zehn Schnellzuglokomotiven Serie Ae 4/7 (Achsanordnung 2 A A A A 1) befinden, die mit Einzelachsantrieb der Bauart Buchli ausgerüstet werden, so daß nunmehr zwei Normaltypen von Schnellzuglokomotiven festgelegt sind. Lokomotiven der ersteren Gattung sind bereits 76 Stück in Bau oder Betrieb, Lokomotiven der zweiten Gattung zwei. — Die S. B. B. haben sich damit in entschiedener Weise zum Einzelachsantrieb bei Schnellzuglokomotiven bekannt, der ja wegen der Vermeidung der Stangenübertragung vom Motor zur Treibachse oder Blindwelle und des Fortfalls der Kupplung der Achsen Vorteile bietet.

Schweizerische Bauzeitung 1926, Nr. 6.

Ue.

Die Unterhaltung der elektrischen Fahrleitungen der Schweizerischen Bundesbahnen.

Über diesen, für die Abwicklung des elektrischen Zugbetriebes sehr wichtigen Zweig des Unterhaltungsdienstes berichtet in Nr. 17, Band 86, Seite 203 bis 206 der „Schweizerischen Bauzeitung“ Ing. H. W. Schuler.

Zunächst wird der Aufbau, dann die Ausgestaltung des Unterhaltungsdienstes beschrieben. Die Gliederung und Verteilung der erforderlichen Mannschaften wird an einer Übersichtskarte der elektrisch betriebenen Eisenbahnlinien der Schweiz sowie schematisch dargestellt. Die aus je vier bis acht Leitungsmonteuren und Leitungsarbeitern bestehende Mannschaft eines Aufseherbezirkes untersteht einem Leitungsaufseher; im ganzen sind 18 solcher Leitungsaufseher vorhanden, denen im Durchschnitt 123 km mit Fahrleitung bespannte Gleise (entsprechend 50 km Streckenlänge) zugeteilt sind. Daneben obliegt den Leitungsaufsehern auch die Prüfung und Unterhaltung der Überkreuzungsleitungen, soweit diese im Aufseherbezirk verlaufen. In der Regel sind die Eisenbahnknotenpunkte Sitze der Leitungsaufseher und einer Mannschaft; von letzterer sind in besonderen Fällen — langgestrecktes Gebiet, größere Bahnhöfe oder schwierige Streckenverhältnisse — ein bis zwei Mann nach diesen Punkten ständig abgestellt („Detachierter Monteurposten“).

Die Leitungsaufseher unterstehen sechs Leitungstechnikern, (in Lausanne, Brig, Bellinzona, Goldau, Olten, Zürich). Diese überwachen die Tätigkeit der Aufseher, sowie ihre Zusammenarbeit, leiten bei größeren Störungen die Instandsetzung und besorgen die Verwaltungsarbeiten. Die Leitungstechniker unterstehen der Kreisdirektion (Lausanne, Luzern, Zürich), deren Bauabteilung eine Sektion für elektrische Anlagen mit einem Elektroingenieur für die Unterhaltung der Fahrleitungen umfaßt. Diesem obliegt neben der Aufsicht über den Leitungsunterhaltungsdienst auch die Überwachung der Unterwerke, Erstellung von Voranschlägen für Erweiterungen, Begutachtung der Entwürfe von Leitungsanlagen, Baustoffbeschaffung usw. Der Elektroingenieur der Kreisdirektion ist fachdienstlich der Sektion für Fahrleitungen bei der Abteilung für Elektrifikation bei der Generaldirektion (Bern) unterstellt, deren Aufgabe es ist, die Einheitlichkeit in der Ausführung der Leitungen sowie die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zu überwachen und den Austausch der Erfahrungen durchzuführen.

An Hilfsmitteln zur Behebung von Störungen sind jedem Leitungsaufseher und abgestellten Posten zugeteilt:

Eine Motordraisine von 350 kg Gewicht mit 6 bis 8 pferdigem Antrieb zur Aufnahme von vier Personen, Werkzeugen, Kleinbauteilen wie Isolatoren, Klemmen usw. sowie zum Mitschleppen einer angehängten Rolleiter auf 10⁰/₀₀ Steigung mit 40 km/Std.;

vier bis sechs Rolleitern, welche wie die Schranken rot-weiß gestrichen sind, um sie recht auffällig zu machen;

ein Plattformwagen (in der Regel ausgemustertes Fahrgastwagen) zur Ausführung größerer Instandsetzungen, der ein heizbares Werkstattabteil und einen Lagerraum für Ersatzteile enthält;

ein Kleinkraftwagen oder Motorrad mit Seitenwagen, wenn dem Leitungsaufseher auch die Unterhaltung von Übertragungsleitungen zugewiesen ist.

An wichtigen Knotenpunkten, an denen auch Dampflokomotiven betriebsbereit stehen, sind Hilfswagen für schwere Störungen bereitgestellt, auf welchen Drahtbaustoffe, Rüstungen usw. verladen sind. Jeder Kreis hat außerdem einen mit Geschwindigkeitsmesser, Scheinwerfer für die Tunnels ausgerüsteten Beobachtungswagen zur Prüfung der Fahrdrahlage.

Die Kosten für die Unterhaltung der Fahrleitungen werden zu 1428 fr. je km Strecke oder 589 fr. für jeden km bespannten Gleises oder zu 1,28 v. H. der Baukosten der Fahrleitung angegeben. Hiervon sind 75 v. H. Löhne, Zulagen usw. Nad.

1-D-1 Elektrische Drehstrom-Lokomotive der Italienischen Staatsbahnen.

(Engineering Nr. 3113 vom 28. 8. 25.)

Ein beträchtlicher Teil der italienischen Staatseisenbahnen wurde mit Drehstrom von 16²/₃ Perioden und einer Fahrleitungsspannung von 3600 Volt elektrifiziert.

Um für die Staatsbahn nicht überall eigene Bahnstromwerke errichten zu müssen, wie es eine Frequenz von 16²/₃ Perioden erfordert, und um die Möglichkeit untersuchen zu können, ob die in den Netzen der Überlandwerke verfügbare elektrische Arbeit für Bahnzwecke verwendet werden kann, beschloß die italienische Staatsbahn auf der Strecke Rom—Tivoli—Avezzano Drehstrom von 45 Perioden und 10000 Volt Spannung für Bahnzwecke versuchsweise einzuführen. Die „Societa Italiana Ernesto Breda“, Mailand lieferte für diesen Zweck zehn Lokomotiven gleicher Bauart, die von ihr entworfen und in ihren eigenen Werkstätten hergestellt wurden.

Die Lokomotiven nehmen den Strom von der Fahrleitung mit einer Spannung von 10000 Volt ab und formen ihn auf etwa 1600 Volt um, mit welcher letzterer Spannung er zwei Drehstrom-Kommutatormotoren zugeführt wird.

Um drei Geschwindigkeitsstufen zu erzielen, kann die Polzahl zwölf der Kommutatormotoren auf acht abgeändert werden und zwar erreicht die Lokomotive bei einer ständigen Leistung von 1800 PS eine Geschwindigkeit von 37,5 km/Std., wenn die Acht-Polschaltung betätigt und die Motoren in Reihe geschaltet sind, 50 km/Std. bei einer Stundenleistung von 2500 PS, wenn die Motoren für eine Polzahl zwölf eingeschaltet sind und parallel arbeiten und 75 km/Std. bei einer Stundenleistung von 2630 PS, wenn die Polzahl acht ist und die Motoren parallel geschaltet sind.

Die Hauptkennzeichen sind im folgenden zusammengestellt:

Achsfolge: 1 D 1	
Größte Länge zwischen den Puffern	14,800 m
Gesamt-Achsstand	11,600 „
Treibraddurchmesser	1,360 „
Lauftraddurchmesser	0,960 „
Gesamtgewicht	92 t
Reibungs-Gewicht	64 „
Zugkraft am Radumfang bei 37,5 km/Std.	12 „
bei 50 km/Std.	12 „
bei 75 „	8,5 „

Die elektrische Ausrüstung der Lokomotive ist in einem mittleren Wagenkasten und in je einem an die beiden Stirnseiten anschließenden Vorbau untergebracht. Sie besteht aus einem Haupttransformator, zwei dreiphasigen Fahrzeug-Antriebsmotoren, zwei Transformatoren für Nebenzwecke (Heizung, Beleuchtung usw.), zwei Motorkompressoren, einem Ventilatormotor, einem selbsttätigen Schalter für 10000 Volt, Schalter für die Hilfsapparate; einem 1600 Volt-Schütz für die Motore, dem Fahrtwende-Schütz, einer Steuerwalze auf der Niederspannungsseite des Haupttransformators, einer Reihe von Messwandlern, der Schalttafel und einem Flüssigkeits-Anfahrwiderstand. Die Lokomotive ist in der Lage auch mit 6000 Volt Spannung und einer Frequenz von 16,7 Perioden zu arbeiten, wenn die Geschwindigkeit entsprechend vermindert ist. Ta.