

# Dreiteiliger Einheits-Wechselstromtriebzug für 120 km/h

## I. Wagenbaulicher Teil

Von Otto Taschinger, München

Die im Jahre 1935 in großer Zahl von der Deutschen Reichsbahn beschafften Einheits-Wechselstrom-Doppeltriebwagen für eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h (vergl. „Elektr. Bahnen“ 1935 Seite 190 u. ff.) sind Personenzugfahrzeuge, die meist dem Berufsverkehr dienen. Für einen solchen Zweck genügt eine verhältnismäßig geringe Zahl von Abteilen zweiter Klasse; für die dritte Klasse entsprechen Großräume mit einer durch die Mittelgänge sich ergebenden Sitzplatzanordnung 2 + 3. Da besonders im Vorortverkehr die Fahrgäste nur während einer verhältnismäßig kurzen Zeit sich in diesen Fahrzeugen aufhalten, müssen sie sich bei starkem Andrang damit abfinden, daß auf einer durch den Mittelgang getrennten Sitzbankreihe 2 + 3 = 5 Personen Platz nehmen. Für solche Fahrzeuge ist zur Erzielung von kurzen Bahnhofsufenthalten, die im Vorortverkehr in geringen Entfernungen folgen, eine große Anzahl geräumiger Einstiege erforderlich. Bei dem meist stark wechselnden Verkehrsaufkommen der Personenzüge entspricht der Wechselstrom-Doppeltriebwagen mit 18 Plätzen zweiter Klasse und 154 Plätzen dritter Klasse als kleinste Einheit am besten dem Verkehrsbedürfnis. Bei stärkerem Verkehr, insbesondere aber für den Berufsverkehr, kann eine fast beliebige Anpassung an die Verkehrsschwankungen erzielt werden durch die Beigabe von einem oder zwei Steuerwagen; auch mehrere zu einer aus Wechselstrom-Doppeltriebwagen, einem oder zwei Steuerwagen gebildeten Einheit, können miteinander zusammengekuppelt laufen.

Für den mit rasch fahrenden Eilzügen zu bedienenden Fernverkehr können aber die dem Berufsverkehr dienenden Fahrzeuge nach der Bauart der Wechselstrom-Doppeltriebwagen nicht in Frage kommen. Solche Fahrzeuge müssen für die Fahrgäste möglichst ähnliche Bequemlichkeiten bieten wie D-Zugwagen. Insbeson-

dere soll aus Verkehrswerbungsgründen den Fahrgästen dritter Klasse mit Rücksicht auf die meist längere Reisedauer eine Sitzbankanordnung 2 + 3 nicht zugemutet werden. Da die aus Triebwagen gebildeten Eilzüge vielfach auch bei Nacht laufen, soll auch den Fahrgästen dritter Klasse bei geringer Besetzung der Züge die Möglichkeit geboten werden, sich umzulegen. Hieraus ergibt sich für Eiltriebwagen die Notwendigkeit der Anordnung von Seitengängen und daher eine Anordnung mit vier Sitzplätzen. Hierdurch wird allerdings die wirtschaftliche Platzausnutzung dieser Fahrzeuge ungünstig beeinflußt. Da aber Eilzüge während ihrer Fahrt nicht so oft anhalten wie die Personenzüge, kann die Zahl der Einstiege und die Größe der Einstiegräume beschränkt werden, ohne daß eine wesentliche Fahrzeitverlängerung zu befürchten ist. Im Fernverkehr entspricht ein dreiteiliger Triebwagen im allgemeinen dem durchschnittlichen Mindestverkehrsaufkommen. Ein dreiteiliger Triebwagen hat ferner den Vorteil, daß nur zwei Führerstände erforderlich sind, während der Doppeltriebwagen mit einem Steuerwagen drei Führerstände benötigt. Durch die geringe Zahl der Einstiege und Führerstände dreiteiliger Eiltriebwagenzüge ist meist die wirtschaftliche Platzausnutzung nicht wesentlich ungünstiger als die der Doppeltriebwagenzüge.

Dem Bau von dreiteiligen Wechselstromtriebwagen lag der Gedanke zugrunde, den Verkehr der kleineren Städte zu verbessern. Während nämlich die größeren Verkehrsknotenpunkte schon heute durch die in den D-Zügen laufenden Kurswagen sehr gute Verbindung besitzen, verlangt das Verkehrsbedürfnis der kleineren Städte oft häufige und rasche Fahrgelegenheiten, die mit Eiltriebwagen bequem zu bewältigen sind. Das Bedürfnis nach einem solchen Eiltriebwagenverkehr lag

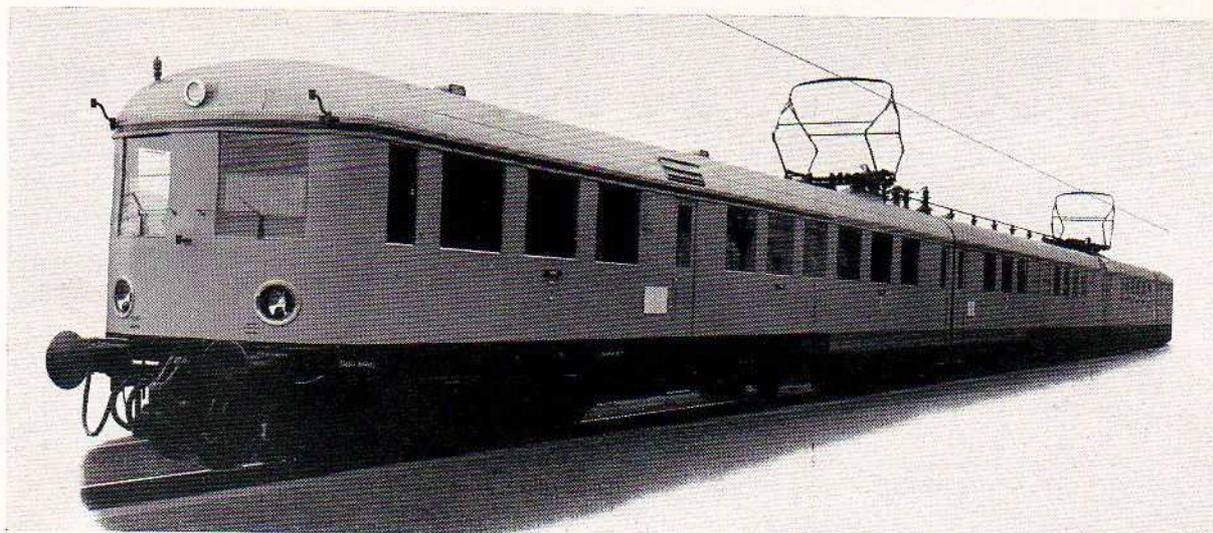


Bild 1. Ansicht des dreiteiligen Wechselstromtriebzuges.

z. B. zwischen München und Nürnberg vor. Auf dieser Strecke wurde daher eine Anzahl von Triebwagen-Eilzügen neu eingelegt. Dieser Verkehr, mit dem einige Verkehrslücken ausgefüllt wurden und zahlreiche kleinere Orte bedient werden, hat sich bereits gut eingeführt. Diese Eiltriebwagenzüge sind stets gut besetzt und bringen der Reichsbahn zweifellos einen echten Verkehrszuwachs.

Die Deutsche Reichsbahn hat im Jahre 1935 dreizehn dreiteilige Wechselstromtriebwagen für eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h in Auftrag gegeben (vergl. Bild 1). Ein dreiteiliger Triebwagenzug besteht aus drei miteinander kurz gekuppelten und durch Faltenbälge miteinander verbundenen vierachsigen Wagen, von denen ein jeder ein Triebdrehgestell mit je zwei Fahrmotoren und ein Laufdrehgestell hat. Der Triebwagenzug ist so gebaut, daß er ohne Mittelwagen oder mit mehreren Mittelwagen laufen kann. Sind stärkere Zugeinheiten erforderlich, so können bis zu drei dreiteilige Zugeinheiten zusammen gefahren werden. An die dreiteiligen Wagenzüge können jedoch keine Steuerwagen gekuppelt werden. Bild 2 zeigt den Grundriß des dreiteiligen Wechselstromtriebwagens. Die Führerräume haben eine Länge von 1475 mm, die mit Rücksicht auf die Unterbringung der Apparate erforderlich ist, und nehmen die ganze Wagenbreite ein. Auf diese Weise ist für das Triebwagenpersonal ein für ihren verantwortungsvollen Dienst ausreichender Raum geschaffen worden. Die Fußböden sind mit Gummi belegt. Im Triebwagen „a“ ist unmittelbar hinter dem Führerraum ein 3175 mm langes Gepäckabteil angeordnet, an das sich ein 2175 mm langes Postabteil anschließt. Post- und Gepäckraum sind benachbart, damit bei fehlender Postbeförderung das Postabteil zur Gepäckbeförderung mit herangezogen werden kann. Durch einen Einstiegraum getrennt, folgt das Abteil für Reisende mit Traglasten mit sechzehn Sitzplätzen. Die Lage des Traglastenabteils gestattet, es im Bedarfsfalle wahlweise als Post- oder Gepäckabteil zu benutzen. An den Raum für Reisende mit Traglasten schließt sich ein Fahrgastraum dritter Klasse mit 32 Sitzplätzen für Raucher an. Im Mittelwagen „c“ sind ein Fahrgastraum dritter Klasse mit 56 Sitzplätzen für Nichtraucher und anschließend drei geschlossene Abteile zweiter Klasse für Nichtraucher mit insgesamt 18 Sitzplätzen vorgesehen. Im Endwagen „b“ sind ebenfalls drei geschlossene Abteile zweiter Klasse, jedoch für Raucher, eingebaut, an die sich ein Raum dritter Klasse mit 24 Sitzplätzen ebenfalls für Raucher anschließt. Durch einen Einstiegraum getrennt, ist der sich am anderen Ende

an den Führerraum anschließende Raum dritter Klasse für Nichtraucher mit 24 Sitzplätzen angeordnet. Die gesamte Sitzplatzzahl des dreiteiligen Wechselstromtriebwagens beträgt 36 Sitzplätze zweiter Klasse, 136 Sitzplätze dritter Klasse und 16 Sitzplätze im Traglastenraum, zusammen 188 Sitzplätze. Da erfahrungsgemäß die Pendeltüren der Seitengänge den Rauch nicht zurückhalten, sind im Triebwagen „a“ nur Raucher-, im Mittelwagen „c“ nur Nichtraucherräume vorgesehen, während im Endwagen „b“ die benachbarten, durch eine Pendeltüre im Seitengang voneinander getrennten, Abteile zweiter und dritter Klasse für Raucher vorgesehen sind; der gegenüberliegende Nichtraucherabteil dritter Klasse ist durch einen mit Schiebetüren abgeschlossenen Einstiegraum getrennt.

Sämtliche Abteile zweiter Klasse liegen über den Laufdrehgestellen, so daß Geräusche der Fahrmotoren nicht bemerkbar sind und Bodenklappen in diesen Abteilen vermieden werden konnten. Mit Rücksicht auf die beträchtliche Wagenbreite von 2904 mm konnten die Seitengänge 708 mm in der dritten und 714 mm in der zweiten Klasse bemessen werden. Um die zulässige Breite der Wagen zwischen den Drehzapfen voll auszunützen, wurden die Wagenkästen über den Überhängen etwas eingezogen.

Jeder Wagen hat zwei geräumige Einstiegräume, in den Wagen „a“ und „b“ mit je einem an den Einstiegraum anschließenden Abort. Im Wagen „c“ ist nur in einem Einstiegraum ein Abort vorgesehen, da in dem über dem Triebdrehgestell liegenden Einstiegraum ein Schrank für die elektrischen Apparate und den Lüftungskanal für die Fahrmotoren erforderlich war.

Damit die Fahrgäste rasch und bequem ein- und aussteigen können, wurden drei niedrige, innenliegende Trittstufen angeordnet, wobei die obere Stufe elektrisch beleuchtet ist. Die Ausbildung der innenliegenden Einstiegestufen macht es erforderlich, die Einstiege außerhalb der Drehgestellbereiche anzuordnen. Die Außenwandschiebetüren aus Leichtmetall entsprechen im wesentlichen denen der zweiteiligen Einheits-Wechselstromtriebwagen; die Schiebetüraschen wurden nicht zu knapp gemessen, da sonst erfahrungsgemäß die Türen leicht anstreifen. Um Verletzungen der Fahrgäste auszuschließen, sind die vorderen Türkanten mit einem Profilgummi versehen. Handstangen aus Kunstharz an den Einstiegen erleichtern das Ein- und Aussteigen.

Der größte Teil der bisherigen Wechselstromtriebwagen besitzt an den Stirnwänden Türen und Übergangsbrücken. Die Stirnwandtüren der Führerräume haben stets zu Klagen des Triebwagenpersonals

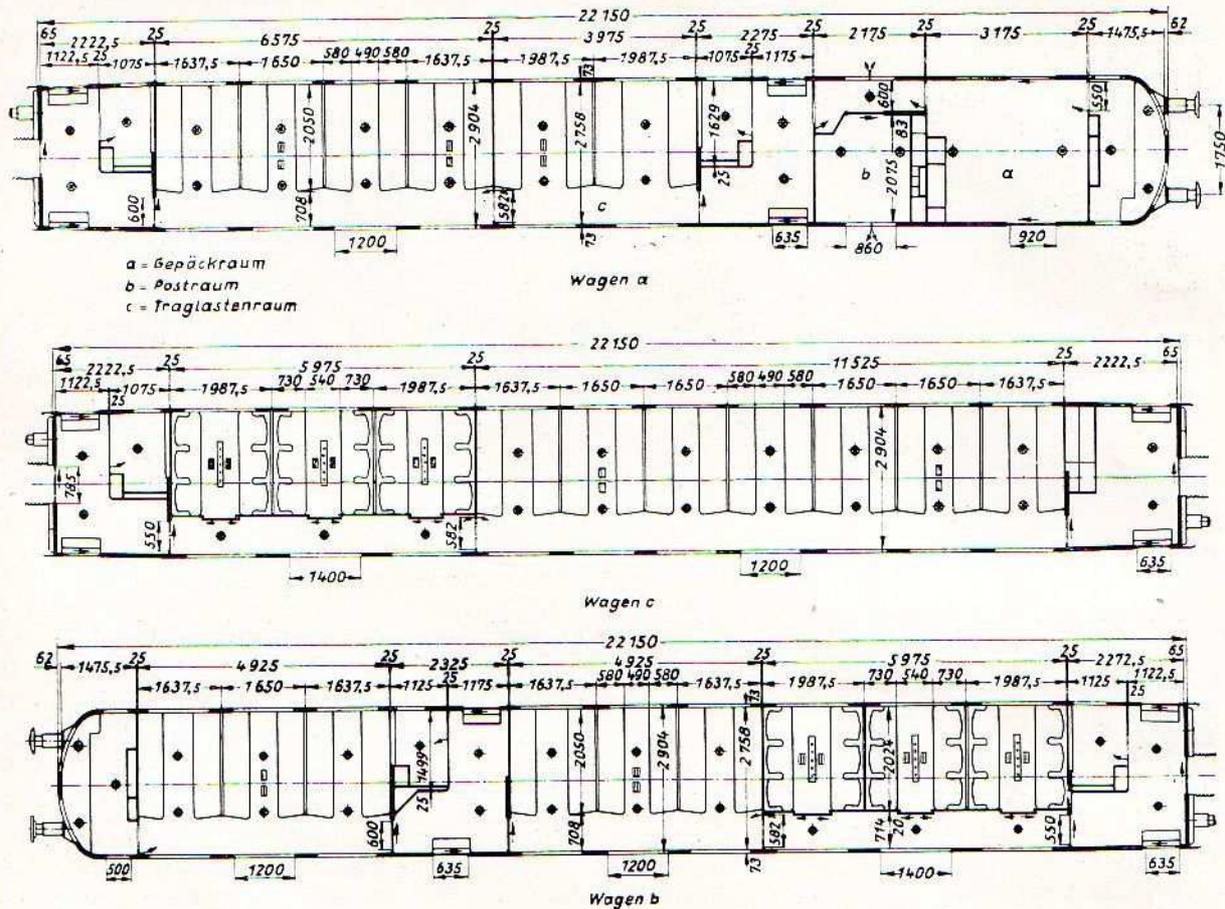


Bild 2. Grundriß des dreiteiligen Wechselstromtriebwagen.

berechtigten Anlaß gegeben, da sie auf die Dauer nicht dicht zu halten sind. Beobachtungen des Betriebes haben außerdem ergeben, daß die Übergangseinrichtungen an den Führerständen, besonders bei Zügen mit hoher Fahrgeschwindigkeit, nur selten benutzt werden, zumal diese mit einem Bartschloß gesichert werden müssen. Aus diesen Gründen hat man bei den dreiteiligen Wechselstromtriebwagen auf Übergangstüren und -brücken verzichtet. Durch den Entfall der Übergangseinrichtungen erhalten die Wagen an den Stirnseiten auch ein besseres Aussehen. Auch auf die Seitentüren der Führerräume wurde verzichtet, was sich im Zusammenhang mit dem Entfall der Stirnwandtüren auf die Rammsicherheit günstig auswirken dürfte und zugluftsichere Führerstände ermöglicht. Die beiden 800 mm breiten Fenster in den Stirnwänden der Führerstände bestehen aus 8 mm starken Sekuritglasscheiben; sie sind so angeordnet, daß sowohl der Triebwagenführer als auch der Begleiter durch keine Fenstersäule im Ausblick behindert sind. Die beiden Signallaternen sind bündig in die äußeren Stirnwände eingelassen; sie besitzen je eine weiße und eine rote Lampe. Auf feste Oberwagenlaternen wurde verzichtet und nur Stützen für einsteckbare Signalscheiben vorgesehen.

Bei einer Pufferstandshöhe von 1060 mm beträgt die Fußbodenoberkante 1245 mm über Schienenoberkante. In den Fußboden ist eine schalldämpfende Zwischenlage aus Expansitkorkschröt von 12 mm Stärke eingebaut. Die untere Abdeckung des Fußbodens bildet eine 4 mm starke Sperrholzplatte.

Für die Innenausstattung der Triebwagen galt als Richtlinie, den Fahrgasträumen, den Seitengängen und allen Nebenräumen durch geschmackvolle Formgebung und ruhige Farbwirkung und durch die Wahl geeigneter Baustoffe bei aller Wahrung wirtschaftlicher Her-

stellung ein Höchstmaß an Behaglichkeit und Gediegenheit zu bieten. Dabei wurde nicht außer acht gelassen, daß die Innenausstattung im Eisenbahnbetrieb möglichst widerstandsfähig sein muß, ferner daß mit Rücksicht auf eine billige Unterhaltung die der Beschädigung unterliegenden Teile austauschbar hergestellt werden mußten und daß die Reinigung der Innenräume mit möglichst einfachen Mitteln und in kurzen Betriebspausen möglich sein muß. Endlich wurden so weit wie möglich heimische Baustoffe verwendet, so daß die Triebwagenzüge in ihrer Ausstattung und nach ihrer Architektur eine echte deutsche Werkmannsarbeit darstellen. Da auf allen waagerechten Flächen und insbesondere in den Ecken sich Staub ablagert, wurden solche Flächen und Ecken peinlichst vermieden. Dies führte dazu, die bisher im Wagenbau üblichen Leisten, die zur Abdeckung der Stöße der Sperrholzplatten für erforderlich gehalten wurden, zu vermeiden, um vollkommen glatte Wandflächen zu erhalten. In die Triebwagen wurden nur deutsche Edelhölzer für die Wandverkleidung eingebaut. Alle polierten Sperrholzverkleidungen wurden matt gebürstet, damit das Holz in seiner natürlichen Maserung voll zur Geltung kommt und zu einer ruhigen Raumwirkung beitragen kann.

Die Abteile zweiter Klasse wurden als geschlossene Räume ausgeführt, die für den Fernverkehr in Deutschland von den Fahrgästen bevorzugt werden (vergl. Bild 3). Die Wände wurden bis zur Fußbodenoberkante mit mattpoliertem, gedämpftem Birnbaumfurnier verkleidet. Die Decke besteht aus polierten Ahorn-Sperrholzplatten, die des bequemen Ein- und Ausbaues wegen zweiteilig ausgeführt sind und deren Stoßfuge mit einer 25 mm breiten und 4 mm starken Stoßleiste abgedeckt ist. Auf dem aus grauem Linoleum bestehenden Fußbodenbelag ist ein grauer Veloursteppich gelegt. Die



Bild 3. Abteil 2. Klasse.

1400 mm breiten Außenfenster können über den Kettenfensterheber mit doppeltem Scheren- und Federgewichtsausgleich (Bauart Brose) mittels einer Leichtmetallkurbel bei ungefähr fünf Umdrehungen ohne besonderen Kraftaufwand herabgelassen und geschlossen werden. Die Außenwandfenster werden mit Rollvorhängen aus graugrünem Stoff verdunkelt. Zur Belebung der Abteile zweiter Klasse sind sowohl an den äußeren Wandfenstern als auch an den Seitengangfenstern auf die Farben der Abteile abgestimmte, bunte Schiebevordänge angeordnet. Die Abteile werden durch Doppelschiebetüren abgeschlossen. Diese Doppelschiebetüren haben einen sehr schmal gehaltenen, trotzdem sehr widerstandsfähigen Türrahmen, der die Aussicht aus dem Abteil wenig stört. Sie sind auf Perkeo-Türlaufschienen aufgehängt, die über einer Zugstangenkupplung ein gleichzeitiges Öffnen und Schließen der beiden Türhälften ermöglicht. Im geschlossenen Zustand wird die Doppeltür durch eine besondere Vorrichtung festgestellt und dadurch ein selbsttätiges Öffnen der Tür verhindert. Die Handgriffe bestehen aus elfenbeinfarbenen Kunstharzstangen, die in Leichtmetallfasungen an die Türpfosten angeschraubt sind. Da die Abteile zweiter Klasse trotz ihrer Länge von 2000 mm einen verhältnismäßig beengten Raum darstellen, wurden bei den dreiteiligen Wechselstromtriebwagen in die Zwischenwände unterhalb der Schirmablagen über die ganze Abteilbreite Spiegelglasscheiben eingesetzt. Auf diese Weise kann der Fahrgast durch drei Abteile blicken und erhält damit den Eindruck eines Großraumes, wobei er durch die 6 mm starken Sekuritglasscheiben vom Nachbarabteil ungestört getrennt ist. In die Abschlußwände je zweier Endabteile sind Intarsien eingelegt, die Städtebilder darstellen und die durch Verwendung aufeinander abgestimmter Einlegehölzer nicht nur stimmungsvoll das an sich wenig geflammte deutsche Birnbaumholz beleben, sondern auch eine vornehme Werbung für die dargestellten Städte ergeben. Die Fensterbrüstungshöhe beträgt mit Rücksicht auf die Unterbringung der Fensterkurbeln und Fenstertischchen 900 mm über Fußboden. Unter der Fensterbrüstung sind bündig mit der Fensterwand zwei Klapp Tischchen eingelassen, deren Tischoberfläche sich an die Fensterwand anlegt, so daß sie im eingelassenen Zustand nicht beschmutzt werden können. Die Tischchen werden in Rohren geführt und können im Sitzen aus den Führungen herausgezogen werden. Sie werden durch Kugelverschlüsse festgestellt. In die Seitenwand sind unterhalb der Fensterbrüstung in jedem Abteil zwei schmale Schränke eingebaut, in welchen sich je ein herauschiebbares Fach befindet, auf welches ebenfalls je ein Klapp Tischchen von gleicher Bauart wie die an den Außenwänden sitzenden Tischchen aufmontiert

ist. Für sechs Fahrgäste eines Abteils zweiter Klasse stehen daher vier Tischchen zur Verfügung. Sämtliche Klapp Tischchen sind mit grauem Linoleum bedeckt. Die Sitze und Rücklehnen sind sehr weich und tief gepolstert; sie sind mit einem zur polierten Wand abgestimmten grauen Plüsch bezogen und haben zwischen einem Sitz, weichgepolstert, je eine Kopfbacke und herausklappbare Armstütze. Die Abteile erhielten Quergepäcknetze mit Schirmablagen. Die Rahmen dieser Gepäcknetze bestehen aus Hydronalium von rechteckigem Querschnitt. Da die bisher üblichen Manillahanf-Gepäcknetze Staubfänger sind, die nur schwer vollkommen entstaubt werden können, sind an Stelle der Netze Leichtmetallstäbe, ebenfalls von rechteckigem Querschnitt in die Gepäck- und Schirmablagen eingesetzt. Die Abteile werden durch quer zur Wagenlängsachse angeordneten Leuchtbalken von 1 m Länge angenehm und unauffällig beleuchtet. An Stelle der üblichen Glasschalen wurde Plexikunstglas verwendet, das neben seinem geringen Gewicht noch den Vorteil besitzt, daß es schwer zerbrechlich ist. Die Leuchtbalken werden durch den über den Abteildoppeltüren sitzenden Schalter eingeschaltet. Über diesem Schalter ist eine Blaulichtnachtlampe bündig in die Decke eingelassen, die bei ausgeschalteten Leuchtbalken eingeschaltet ist. Vom Führerstand aus kann noch eine Sparlichtschaltung mit halber Beleuchtung eingeschaltet werden. Auf beiden Längsseiten eines Leuchtbalkens sind in die Decke je drei schmale Lüftungsschlitze eingelassen, durch die die Wagen über die über jedem Abteil sitzenden Flettner-Lüfter entlüftet werden können.

Die architektonische Raumgestaltung der vor den Abteilen zweiter Klasse liegenden Seitengängen entspricht im wesentlichen der der Abteile zweiter Klasse selbst. Die in der Form eines Trapezes gehaltene Decke besteht aus poliertem Ahornholz; die Seitenwandverkleidungen aus poliertem Birnbaumholz. Um ein Zerkratzen und Verschmutzen durch die von den Reisenden mitgenommenen Gepäckstücke zu vermeiden, wurden unterhalb der Höhe der Fensterbrüstung die Wände mit graugestreiftem Linkrusta bezogen. Der Fußboden ist mit grauem Linoleum bedeckt. Die 1400 mm breiten Fenster werden in gleicher Weise wie in den Abteilen durch Kurbeln herabgelassen. An den zwischen den Fenstern befindlichen polierten Wandflächen der Außenwände sind Spiegel angeordnet, da solche Spiegel in den Abteilen wegen der Glaszwischenwände und der Einlegearbeiten der Endwände nicht vorgesehen werden konnten. Spiegel im Seitengang haben zudem den Vorteil, daß sie benutzt werden können, ohne die Fahrgäste im Abteil selbst zu stören. In die Decke eingelassen sind Leuchten mit rechteckigen matten Glasschalen, die nur 45 mm aus der Decke herausragen.

Für die dritte Klasse wurden in ähnlicher Weise wie bei den zweiteiligen Einheits-Wechselstromtriebwagen Großräume vorgesehen (vergl. Bild 4). Diese offenen Großräume haben neben einem geringen Gewicht den Vorteil, das rasche Auffinden von freien Sitzplätzen zu erleichtern. Die Abteillänge beträgt 1650 mm. Außer den bereits erwähnten durch die Anordnung des Seitenganges bedingten Sitzplatzanordnung  $0+4$  haben die dreiteiligen Wechselstromtriebwagen in der dritten Klasse an Stelle von Längsgepäcknetzen Quergepäcknetze erhalten. Längsgepäcknetze haben zweifellos den Vorteil einer schöneren Raumwirkung, bieten aber bei starker Besetzung der Wagen den Reisenden keine ausreichende Gepäckablagemöglichkeiten. Sie führen ferner im Betriebe zu einer Verschmutzung und Verkratzung der Decken durch die anliegenden Gepäckstücke und tragen namentlich bei der Anordnung eines Seitenganges dazu bei, daß beim Auf- und Ablegen der Gepäckstücke die Reisenden belästigt werden. Zudem

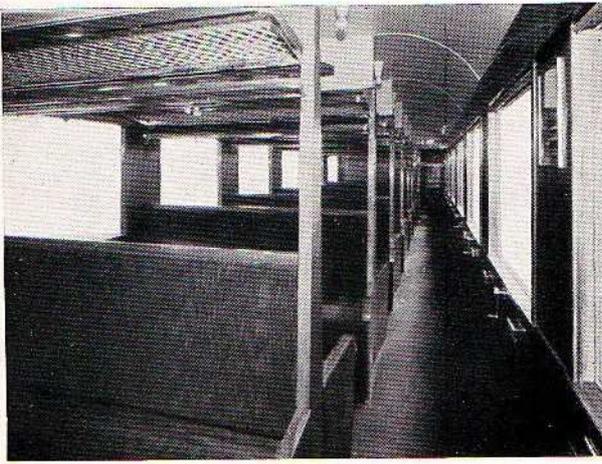


Bild 4. Großraum 3. Klasse.

stören auch in Großräumen Quergepäcknetze die Raumwirkung kaum, wenn auf die architektonische Raumgestaltung Rücksicht genommen wird. Bei den dreiteiligen Wechselstromtriebswagen wurde dieses Ziel dadurch erreicht, daß an den Doppelsitzbänken die Zwischenwände nur bis zur Höhe der Rücklehnen hochgeführt wurden und dadurch der Raum unterhalb der Schirmablagen zur ungestörten Durchsicht vollkommen frei blieb. Oberhalb der Gepäckablagefläche sind jedoch bis zur Decke Zwischenwände eingezogen mit einer polierten breiten unteren Abschlußleiste; der restliche Teil dieser Zwischenwände wurde wie die Decke selbst elfenbeinifarbig gestrichen. Die Zwischenwände sind daher mit der Ausgestaltung der Seitenwände und Decke in gleicher Weise wie bei geschlossenen Abteilen harmonisch verbunden. Von den Sitzplätzen aus ist jedoch eine völlig ungehinderte Durchsicht durch den gesamten Großraum möglich. Die oberhalb der Gepäckablagen einsetzenden Zwischenwände haben aber den Vorteil, daß die Gepäckstücke auch an den Zwischenwänden aufliegen können und sich daher während der Fahrt nicht verschieben. Auf die Zwischenwände sind Scheuerleisten aus Gummi mit Leichtmetalleinfassungen aufgesetzt, die ein Verkratzen und Verschmutzen der Wände durch die Gepäckstücke verhindern. Die die Raumwirkung störenden Gepäckstücke sind nur über dem eigenen Abteil des Fahrgastes sichtbar, während sie im übrigen Teil des Großraumes, durch die Zwischenwände verdeckt, diesem Fahrgast unsichtbar bleiben. Die Gepäck- und Schirmablagen bestehen aus Hydronaliumrahmen von rechteckigen Querschnitten, in die die Schirmnetze eingeflochten sind. Für jede Doppelsitzbank sind als Abschluß gegen den Seitengang unterhalb der Armlehnen Abschlußwände aus poliertem Sperrholz angeordnet. Die Sitzgestelle werden an der Gangseite von einem bis zur Decke reichenden Traggerüst aus zusammengeschweißten Blechen getragen, die mit poliertem Rüstersperrholz verkleidet sind. Auf diese Weise ergab sich eine rechteckige Säule, die mit der Sitzabschlußwand und der Zwischenwand über den Gepäckablagen und der Decke verbunden ist. Durch diese Gesamtanordnung ist eine sehr steife Verbindung mit der Decke und eine vollkommen standsichere Anordnung der Gepäckablagen erreicht worden.

Die Seitenwände der Großräume sind mit mattpoliertem, geflammtem Rüsternholz verkleidet, während die Decken elfenbeinifarbig gestrichen sind. Die leicht gepolsterten Sitze und die ebenfalls gepolsterten Rücklehnen von 1050 mm Höhe sind mit einem rötlich geflammten Plüsch bezogen. Um die Polster bequem und rasch reinigen zu können, sind Sitze und Rücklehnen nicht unmittelbar aneinandergestoßen, sondern durch

eine etwa 100 mm breite Sperrholzleiste voneinander getrennt. Unterhalb der Fensterbrüstung ist an der Gangseite zum Schutze gegen Verkratzen und Verschmutzen ein Linoleumbelag in pompeianisch roter Farbe vorgesehen; den gleichen Belag haben auch die festen Fenstertischchen erhalten. Der Fußboden ist mit rotbraunem Linoleum belegt. Die 1200 mm breiten Fenster in den Räumen dritter Klasse werden durch einen Handkurbelantrieb und einen Kettenfensterheber mit einfachem Scheren- und Federgewichtsausgleich, Bauart Brose, betätigt; sie haben Rollvorhänge aus grau-grünem Stoff erhalten. Die Fensterbrüstungshöhe beträgt wie bei den Abteilen zweiter Klasse 900 mm. Unter dem Fenster sind in Verbindung mit den Armlehnen je ein schmales festes Tischchen sowie zwei Aschenbecher angeordnet. Die Sitze haben an den beiden Enden Armlehnen aus Holz erhalten. Im Seitengang sind unter dem ebenfalls mit Kurbel zu betätigenden Fenster je zwei Aschenbecher angeordnet. Zwischen den Seitengangfenstern dritter Klasse hängen kleine Wandspiegel in hochgestellter rechteckiger Form. Für jedes Abteil sind zwei Deckenleuchten mit je einer 40-Wattlampe vorgesehen; zwischen ihnen sind mit Leichtmetalleisten eingefasste Lüftungsschlitze angeordnet, die durch einen Lüftungskanal zu einem Flettner-Dachlüfter führen. Sämtliche Innenschilder sind in Hydronalium hergestellt; die Schrift besteht aus eingegossenem Bakelit.

Die Abortwände und Decken bestehen aus Sperrholz, die mit Linoleum bedeckt sind. Wände und Decken sind hellgrün gestrichen. Für die Wascheinrichtung ist fließendes kaltes Wasser vorgesehen, das in einem nach innen auszubauenden 300 Liter fassenden Behälter mitgeführt wird. Durch einen kleinen elektrischen Heizkörper, der unmittelbar neben diesem Behälter in der Zwischendecke aufgestellt ist, wird das Wasser auch bei niedriger Außentemperatur vor dem Einfrieren geschützt. Es kann also während des ganzen Jahres Wasch- und Abortspülwasser vorgehalten werden. Es hat sich in Betrieb als nachteilig erwiesen, wenn im Abort die Wasserleitung für die Wascheinrichtungen auf den Wänden oder unmittelbar hinter dem Wandspiegel verlegt wird, da die auf der Wand liegenden Leitungen insbesondere an den Armaturanschlüssen Schmutzwinkel bilden, die schwer gereinigt werden

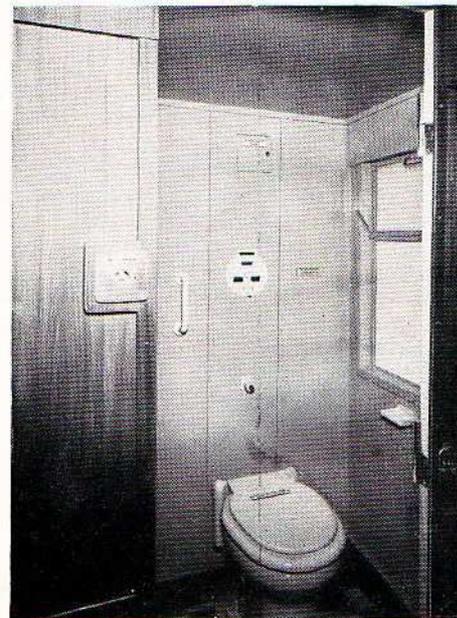


Bild 5. Abort mit druckluftgesteuerter Leibstuhlbetätigung.

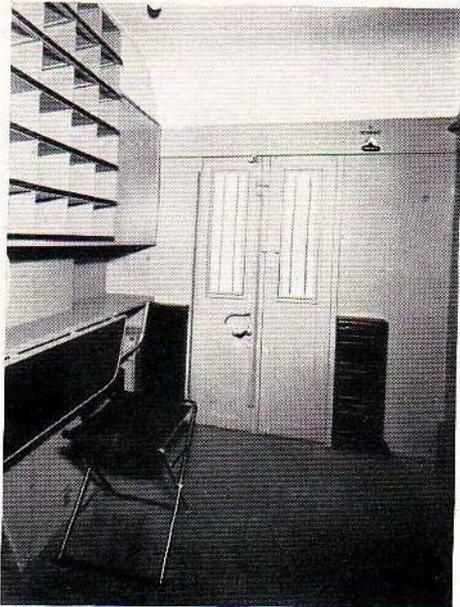


Bild 6. Postabteil.

können und weil die kaltwasserführenden Leitungsrohre den anliegenden Spiegelbelag abblättern. Es wurden daher sämtliche Leitungen der Wasch- und Abortspüleinrichtungen hinter eine besondere Wand verlegt. Damit diese Leitungen im Betrieb aber leicht zugänglich sind, sind sie durch eine vom Fußboden bis zur Decke führende Klappe abgedeckt. Über dem Waschbecken sind ein Seifenspender, eine Ablegeplatte und ein gerahmter Spiegel vorgesehen. Die Wand über und unter dem Waschbecken ist mit einer Glasplatte bedeckt, um diese durch Waschwasser beschmutzte Flächen leicht reinigen zu können. Sämtliche Beschlagteile sind weiß emailliert. In einer Ecke des Abortes ist ein vom Fußboden bis zur Decke reichender Schrank eingebaut, in dem Fächer vorgesehen sind für frische und gebrauchte Handtücher, für Wasserkannen und für den Feuerlöscher. Der Fußboden ist mit hell- und dunkelgrauen Mettlacher Platten belegt.

Die bisher übliche Bauart des Leibstuhles mit seinem Gestänge für die Betätigung des Abortdeckels und der Wasserspülung hat den Nachteil, daß sie viele blanke Teile besitzt, die eine zeitraubende Reinigung erfordern. Außerdem wurde es als mißlich empfunden, daß die Abortbrille mit der Hand angehoben werden mußte. Um diese Mängel zu beseitigen, wurde in die Aborte der dreiteiligen Wechselstromtriebwagen eine druckluftgesteuerte Leibstuhleinrichtung Bauart Pintsch eingebaut (vergl. Bild 5). Sobald die Aborttüre von innen verriegelt ist, wird die Abortanlage von einem Hilfsluft-

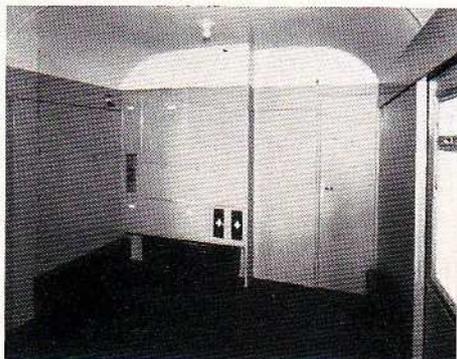


Bild 7. Gepäckraum.

behälter mit Druckluft gespeist. Über dem Leibstuhl ist in einer Zwischenwand der Steuerschieber eingebaut, der mit dem Türriegel einerseits und mit dem einzelnen Luftzylinder im Mechanismus des Leibstuhles und mit dem Spülventil andererseits verbunden ist.

Das Traglastenabteil unterscheidet sich von den bisher üblichen Ausführungen dadurch, daß die Sitzbänke grundsätzlich quer zur Wagenlängsachse aufgestellt wurden. Die bisher übliche Anordnung der Sitzbänke an den Längswänden besaß den Nachteil, daß oberhalb der niederen Rückenlehnen Fenster sich befanden, die im Rücken der Fahrgäste im Winter kalte Flächen ergaben und, wenn die Fenster nicht vollständig dicht schließen, unerwünschte Zugerscheinungen zur Folge haben.

Im Postabteil (vergl. Bild 6) befindet sich ein Brieffachergestell, ein klappbarer Tisch mit einer Briefbeutelspannvorrichtung. Die Fenster und Türen sind in der üblichen Weise vergittert. Das Postabteil wird durch eine Längswand gegen den Seitengang abgeschlossen, damit das Zugbegleitpersonal während der Fahrt, ohne den Postraum betreten zu müssen, in die Abteile gelangen kann.

Im Gepäckabteil (vergl. Bild 7) sind ein Wertschrank mit Fächern, ein klappbares Gepäckbrett, ein Schrank für die Unterbringung von Werkzeugen, Signalen, Ersatzteilen usw. und Fahrradaufhängevorrichtungen eingebaut. Über den Fahrradständen sind die Erdungsstangen untergebracht. Die Außenschiebetüren sind ebenfalls aus Leichtmetall hergestellt. Post- und Gepäckabteile sind im oberen Teil hellgrün, im unteren Teil mit dunkelgrüner Ölfarbe gestrichen; die Decke ist elfenbeinfarbig.

Die durch Faltenbälge geschützten Übergänge an den Kurzkupplungsstellen der drei Wagen werden je durch eine 785 mm breite Schiebetüre abgeschlossen, die der Bauart der Bc 4i-Wagen entsprechen. Übergangsbücke, Wagenkastendämpfungseinrichtung, Zugvorrichtung und einseitige Puffer entsprechen in allen Teilen der Bauart der zweiteiligen Einheits-Wechselstromtriebwagen. An den Stirnwänden der Kupplungsstellen sind ausschwenkbare Leitern angeordnet, die zum Dach führen. Besondere Laufbretter sind zur Vermeidung von Luftwiderständen nicht vorgesehen.

Das Untergestell (vergl. Bild 8) wurde für sich durch Schweißung hergestellt; sodann wurde die Seitenwandkonstruktion (Pfosten, Brüstungsgurt und Teil des Obergurts) durch Schweißung aufgesetzt. Auf diese wurde dann das in drei einzelnen Teilen einschl. der Beblechung fertig geschweißte Dach aufgenietet, wobei auch diese drei Dachteile untereinander durch Nieten verbunden wurden. Zum Schluß wurde die Seitenwandbeblechung aufgeschweißt. Als Werkstoff wurde allgemein St 37 verwendet; die Konstruktionen wurden je nach Vorteil aus Walzprofilen oder aus Blechen gebildet.

Besondere Aufmerksamkeit erforderte die Durchbildung der Konstruktion:

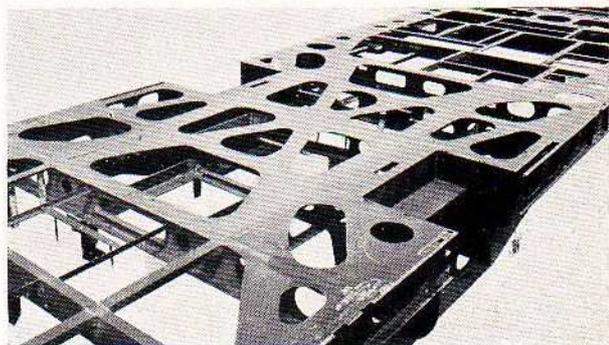


Bild 8. Untergestell.

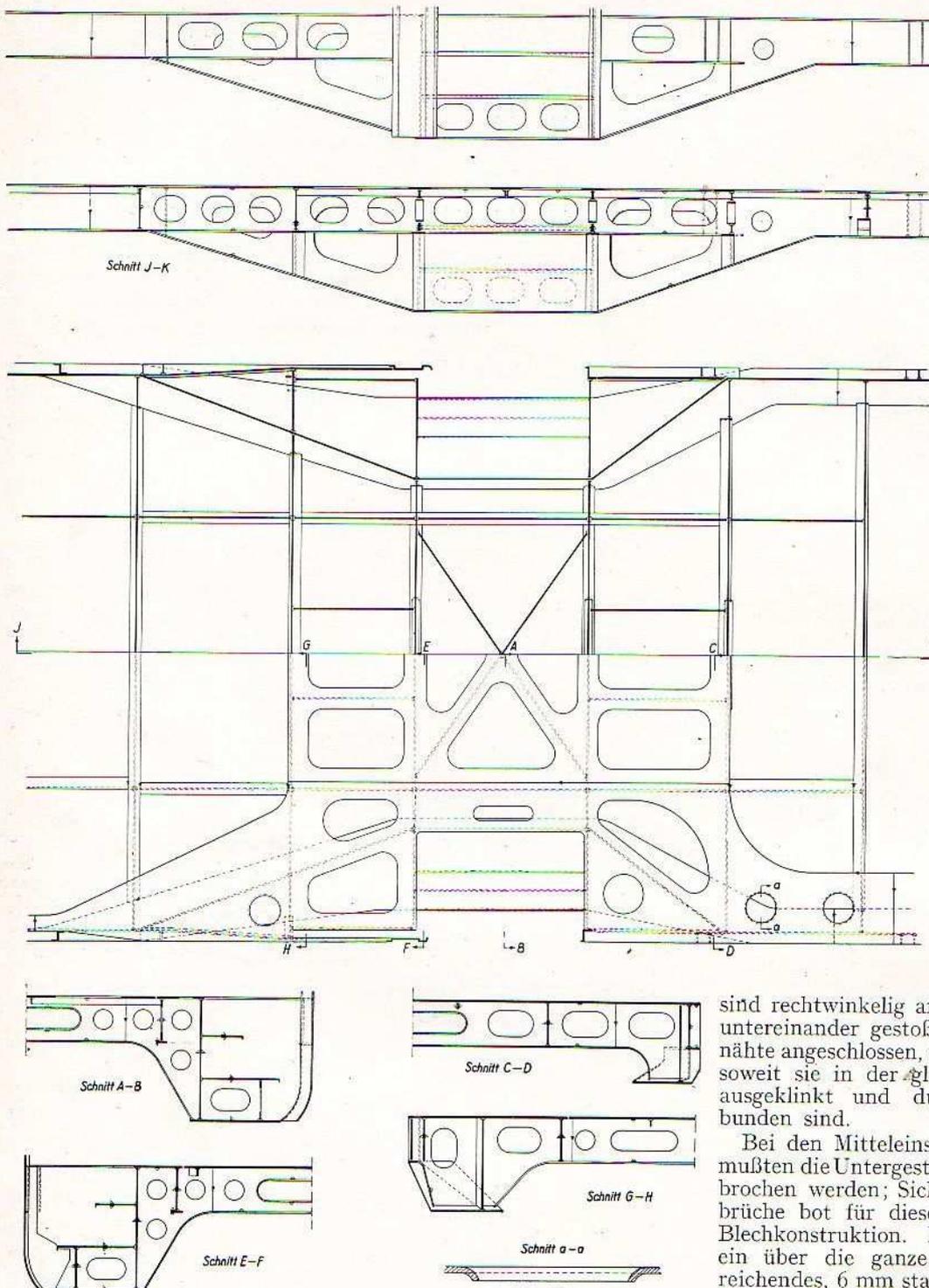


Bild 9. Mittelleinstieg.

- der Mittelleinstiege, weil hier die in den Seitenwandebenen liegenden Untergestell-Langträger nach innen abgelenkt werden mußten,
- der Hauptquerträger, weil deren Anschlüsse an die Langträger in erster Linie die Steifigkeit des Wagenkastens mit bedingen und
- des Vorbaus und des Kurzkupplungsendes wegen Überleitung der Pufferkräfte.<sup>1)</sup>

Diese Teile des Untergestelles wurden daher als Blechkonstruktionen ausgebildet, insbesondere weil an diesen Stellen wegen der vielen Anschlüsse an sich große

<sup>1)</sup> Siehe auch Elektrische Bahnen 1937 Seite 266—268, Reiter: „Die schweißtechnische Gestaltung beim Bau von Eisenbahnfahrzeugen.“

Schweißnahtlängen erforderlich sind. Für diese Teile ist die Blechbauweise gegenüber Walzprofilkonstruktionen in der Herstellung nicht teuer.

Die übrigen zwischen den Drehzapfen liegenden Teile des Untergestelles, deren Beanspruchung aus Last und Pufferstoß zu bestimmen ist und bei denen nur verhältnismäßig kurze Anschlußnähte zu legen waren, wurden in einfachster Weise aus Walzprofilen gebildet. Die beiden in den Seitenwandebenen liegenden Langträger sind Z-Profile 230×80; sie sind durch Querträger aus U- oder Mannstädt-Profilen von 140 mm Höhe verbunden, die ihrerseits wieder durch Längsverstärkungen aus gleichen Profilen ausgesteift sind.

Die Querträger und Längsverstärkungen tragen den Fußboden.

Diese inneren Querverbindungen

sind rechtwinkelig an die Langträger und untereinander gestoßen und durch Kehlnähte angeschlossen, wobei die Gurtungen, soweit sie in der gleichen Ebene liegen, ausgeklinkt und durch V-Nähte verbunden sind.

Bei den Mittelleinstiegen (vergl. Bild 9) mußten die Untergestell-Langträger unterbrochen werden; Sicherheit gegen Dauerbrüche bot für diesen Bauteil nur eine Blechkonstruktion. Den Übergurt bildet ein über die ganze Breite des Wagens reichendes, 6 mm starkes, aus drei Teilen zusammengesetztes Deckblech, das mit weiten Ausschnitten versehen und bei Anwendung großer Ausrundungen und

schlanker Übergänge an die Obergurte der benachbarten Bauglieder angeschlossen ist. Die sonst gerade durchlaufenden Stege der Langträger sind an den Einstiegen nach innen abgelenkt, so daß sie die rückwärtige Begrenzung der obersten Trittstufe bilden; die Langträger sind bis in die Ebene der untersten Trittstufe heruntergezogen. Diese abgelenkten Stegteile aus 5 mm starken Blechen sind mit Stumpfnähten an die anschließenden Langträgerstege gestoßen. Die seitlichen Begrenzungen der Auftritte werden durch zwei durchlaufende, an den Kreuzungspunkten mit den Langträgerstegen durch Kehlnähte verbundene, ebenfalls 5 mm starke Querträgerstege gebildet. Die 6 mm starken Untergurte sind ebenfalls

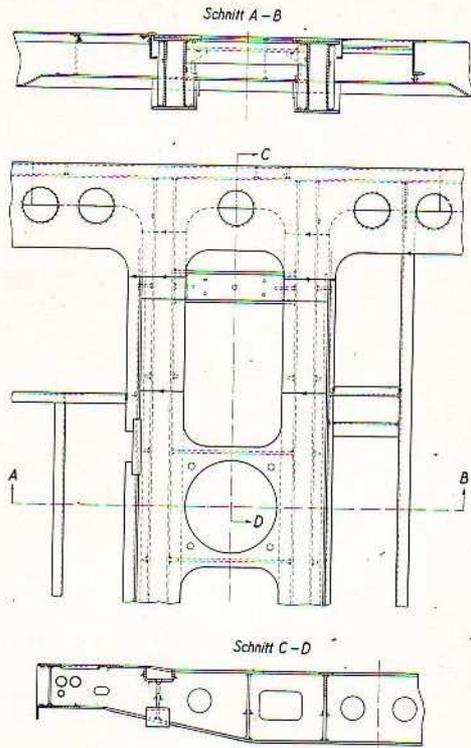


Bild 10. Hauptquerträger über Triebdrehgestell.

stumpf zwischen die Untergurte der Langträger gesetzt, entsprechend ausgekröpft und in der Breite so gehalten, daß sie einen Teil der untersten Trittstufe bilden. In die durch den Lang- und die Querträgerstege gebildeten Taschen sind die beiden mittleren Trittstufen eingeschweißt. Das Ganze ist noch versteift durch zwei weitere Querträger und zwei durchlaufende mittlere Längsversteifungen; außerdem wurden an den Türtaschen besondere Stege eingesetzt, die an den Krümmungen der Langträgerstege an diese angeschweißt sind. Die Querträger und die Längsversteifungen besitzen besondere schmale Untergurte, die in der Ebene der Langträger-Untergurte liegen; die Untergurte der mittleren Querträger sind dabei mit großem Halbmesser nach unten gekrümmt und rechtwinkelig auf den die untere Trittstufe bildenden Untergurt aufgesetzt, wo sie mit Kehlnähten angeschlossen sind. Die starke Auflösung und Gliederung der Untergurte ermöglichte es, von unten her an alle Stellen der Konstruktion verhältnismäßig leicht heranzukommen. Die Querträger wurden zur Durchführung von Leitungen mit großen Ausschnitten versehen, die, soweit es aus Festigkeitsgründen notwendig war, mit 80 mm breiten Gurten ausgekleidet sind. Der mittlere Teil des Deckbleches ist ferner durch zwei niedrige Diagonalstege versteift. Walzprofile wurden nur an den Türrahmen verwendet, wo sie des Türanschlusses wegen notwendig sind. Das Ganze bildet eine gegen dynamische Beanspruchung weitgehend unempfindliche Kastenkonstruktion, welche die Pufferkräfte ganz und die Biegungs- und Querkräfte des Wagenkastens zum großen Teil aufnimmt. Im übrigen sind an den Einstiegen auch die Seitenwände und Dachgurtungen noch besonders verstärkt. Bei den Mitteleinstiegen des Endwagens „b“ mußte die Konstruktion etwas abweichend ausgebildet werden, weil sich hier die beiden Einstiege nicht gerade, sondern schräg gegenüberliegen.

Die Ober- und Untergurte der Hauptquerträger über den Laufdrehgestellen bestehen aus 12 mm starken Blechen, die ebenfalls unter Anwendung großer Aus-

rundungen und schlanker Übergänge untereinander und mit den benachbarten Gurtungen durch V-Nähte verbunden sind. Die Langträgerstege laufen hier in gleicher Ebene durch; zwischen diese sind die beiden 8 mm starken mit den notwendigen Ausschnitten versehenen Querträger eingesetzt. Weitere Versteifungen sind nach Bedarf angeordnet.

Die über den Triebdrehgestellen liegenden Hauptquerträger (vergl. Bild 10) bestehen aus zwei im Mittelabstand von 610 mm liegenden Trägern, die ihrerseits in der Hauptsache aus je zwei 8 mm starken Stegen bestehen. Der Obergurt aus einem 12 mm starken Deckblech ist allen vier Stegen gemeinsam. Die ebenfalls 12 mm starken Untergurte liegen über je zwei Stegen. Die Träger sind so weit voneinander entfernt und reichen so weit herunter, daß zwischen ihnen Raum für die Drehplatte und Drehgestellwiege bleibt. An der Unterseite der Träger ist symmetrisch zum Drehzapfen der zwischen die besonders niedrig ausgebildeten Drehgestellwangen hineinragende Umspanner befestigt. Um bei Entgleisungen sein Abreißen zu verhindern, sind am Wagenkasten Begrenzungsanschlätze angebracht. Außerdem sind an den Hauptquerträgern auf jeder Seite zwei Notfangeisen für den Umspanner vorgesehen.

Die Vorbauten am Führerstandsende (vergl. Bild 11) sind als Kastenkonstruktion aus im allgemeinen 6 mm starken Deckblechen und Untergurten und 5 mm starken Stegblechen so ausgebildet, daß gute Übertragung der Zug- und Stoßkräfte gewährleistet ist. Die Langträgerstege sind gegen die Puffer zu mit starker Rundung eingezogen, so daß sich die Führerstandsstirnwand zwanglos abrunden ließ. Oberhalb der Fensterbrüstung tritt die Führerstandwand nach dem Dach zu zurück, so daß sich im Zusammenwirken mit der Abrundung ein geringer Luftwiderstand ergibt.

Die Vorbauten am Kurzkupplungsende sind ähnlich ausgebildet. Sie nehmen noch die beiden Endestiege auf, die gegenüber den Mitteleinstiegen wesentlich einfacher ausgeführt werden konnten. Der Untergurt ist hier nur so weit heruntergezogen, daß er die zweithöchste

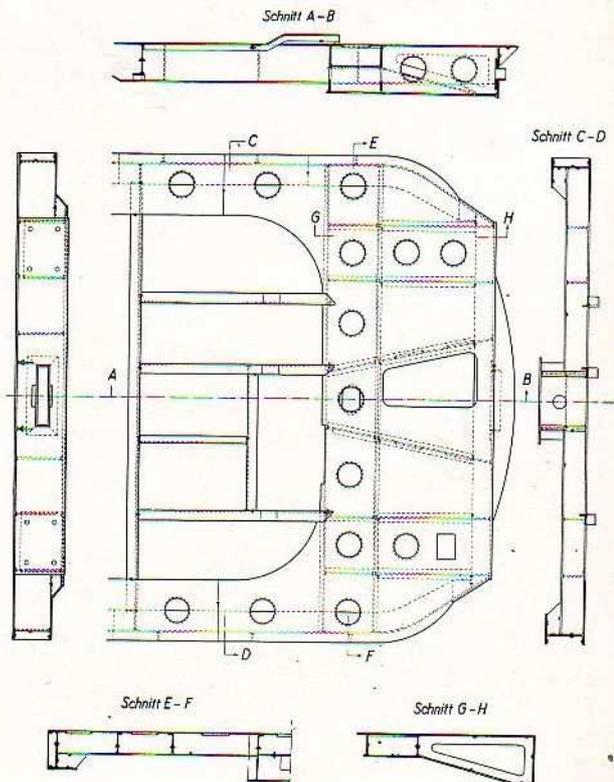


Bild 11. Vorbauten am Führerstandsende.

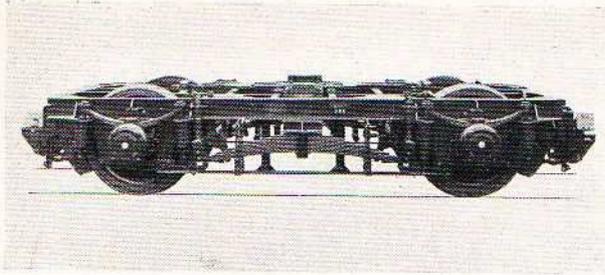


Bild 12. Laufdrehgestell.

Trittstufe bildet; der Langträger ist so weit ausgekröpft, daß er die oberste Stufe begrenzt, er kam dabei auf Puffermitte zu liegen. Die beiden unteren Trittstufen wurden aus leichten 3 und 5 mm starken Blechen gebildet und an den Untergurt und zwei entsprechend weit herabgezogenen Seitenwandstützen angeschweißt. Die Zwischenräume an den Kurzkupplungsenden haben in gleicher Weise wie die zweiteiligen Wechselstrom-Einheitstriebwagen zur Verringerung des Luftwiderstandes Blechabdeckungen erhalten.

Soweit die Deck- und Bodenbleche der vorstehend besprochenen Konstruktion einfache kreisrunde Ausschnitte zur Gewichtserleichterung erhalten konnten, sind deren Ränder zur Versteifung der Bleche nach innen umgebördelt.

Die Kastensäulen bestehen aus den üblichen Z-Profilen; sie sind, soweit das Untergestell Z-förmige Langträger besitzt, an deren Steg angeschweißt und da, wo das Untergestell in Blechkonstruktion durchgebildet ist, stumpf auf das Deckblech aufgesetzt. Zur Verstärkung dieser Verbindungen ist das mit den Kastensäulen durch Schweißung verbundene Seitenwandblech mit einer durchgehenden Kehlnaht auch mit den Langträgern verbunden. An den Einstiegen sind die Säulenprofile bis zur untersten Trittstufe heruntergezogen; einige der höher beanspruchten Pfosten sind besonders verstärkt. Der mit Ausnahme der Türen durchlaufende Brüstungsgurt besteht aus zwei aus 3 und 4 mm starken Blechen gepreßten Profilen. Der Brüstungsgurt liegt hinter der Seitenwandbeblechung, so daß sich außen eine vollkommen glatte Wand ergibt, die ein leichtes und rasches Reinigen der Außenwände ermöglicht. Der durchlaufende Obergurt besteht aus zwei Winkel-eisen und einem 3 mm starken in der Dachrundung liegenden Wutenblech. Dabei ist das untere Winkel-eisen mit den Kastensäulen, das obere mit der Dachkonstruktion verschweißt. Beim Zusammenbau wurden Dach und Seitenwände an diesen Winkeleisen zusammengetietet. Die neben den Einstiegen liegenden Pfostenfelder wurden durch Diagonalverstreben, alle übrigen durch kurze Eckstreben gegen die Biegekräfte in der Seitenwandebene noch besonders versteift und eingespannt.

Das Dach besteht ebenso wie die Seitenwände aus den üblichen Z-Profilen mit aufgeschweißter 1,5 mm starker Dachhaut. Das zum Obergurt der Seitenwandkonstruktion gerechnete tragende Wutenblech ist an den Mitteleinstiegen durch besondere Versteifungsbleche verstärkt, damit werden in Verbindung mit den Diagonalverstreben der benachbarten Pfostenfelder alle Biege- und Querkräfte an den Einstiegen einwandfrei aufgenommen. Oberhalb der Fenster ist über die ganze Wagenlänge eine Regenrinne angeordnet; zwischen je zwei Fenster sind zwischen der Außenbeblechung und Innenverkleidung, unsichtbar verlegt, Ablaufrohre angeordnet, so daß das Regenwasser auf kürzestem Wege ablaufen kann. Die Anordnung von Regenrinnen ist besonders geeignet, die Verschmutzung der Außenwände durch das Schmutzwasser der Dächer zu verhindern;

sie tragen daher nicht nur dazu bei, das Aussehen der Wagen auf längere Zeit zu erhalten, sondern auch zu einer längeren Erhaltung des Außenanstriches.

Zur Verminderung des Luftwiderstandes bei höheren Fahrgeschwindigkeiten wurde an den Seitenwänden unterhalb der Langträger Schürzen bis zur Höhe der unteren Trittstufen angeordnet.

Die mit etwa 14 t belasteten Treibradsätze besitzen Vollachsen aus SM-Sonderstahl von 65 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit bei mindestens 20% Dehnung; die gewalzten Radscheiben aus SM-Sonderstahl von 42—50 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit und die Radreifen aus SM-Sonderstahl von 80—92 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit. Die Achsen der mit etwa 10 t belasteten Laufradsätze sind aus SM-Sonderstahl von 50 kg/mm<sup>2</sup> hergestellt. Der Laufkreisdurchmesser der Räder beträgt neu 970 mm; die Räder können bis auf 920 mm Durchmesser abgenützt werden. Die Achs-schenkel sind in Peyinghaus-Gleitlagern gelagert. Von den Treibachslagern erhielten je Wagenzug zwei Lager Deckel für Sifa und Geschwindigkeitsmesseranschluß; zehn Lager erhielten normale Lagerdeckel und der Rest Achslagergetriebekästen von Brown-Boveri.

Aus den seit Jahren laufenden Versuchen mit D- und Eilzugwagen mit verschiedenen Radreifenumrissen hat sich ganz eindeutig die Notwendigkeit möglichst kleiner Achslager-Gehäuselängsspiele ergeben. Große Längsspiele wirken sich erfahrungsgemäß erst unangenehm aus, wenn die Radreifenauflflächen stärker eingelaufen sind, da dem Sinuslauf der Radsätze und seinen schädlichen Einwirkungen auf den waagerechten Lauf kein Hindernis geboten wird. Aus diesen Gründen wurden der Konus der Radreifenauflflächen mit 1 : 40 und 1 : 20 geneigt, die Längsspiele auf  $2 \times 0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  und die Querspiele auf  $2 \times 1,0 \pm 0,5 \text{ mm}$  bemessen.

Die Abfederung der Drehgestelle entspricht grundsätzlich der der Drehgestelle Bauart Görlitz. Die Drehgestellrahmen und Wiegen sind in geschweißter Blechträgerbauweise hergestellt. Das Laufdrehgestell mit einem Achsstand von 3,0 m entspricht in seinem grundsätzlichen Aufbau dem normalen Görlitzer Drehgestell (vgl. Bild 12). Die Wange des Drehgestellrahmens besteht aus einem 16 mm starken Stegblech von 170 mm Höhe, das über den Achshalterpartien bis zur Höhe des Achshalterschlüssels heruntergezogen ist. Die beiden nach der Drehgestellmitte zu liegenden Achshalterteile sind nach Art der normalen Görlitzer Drehgestelle durch ein Zugband miteinander verbunden. Der Obergurt der Drehgestellwange wird gebildet durch ein 150 mm breites und 10 mm starkes Deckblech, während der Untergurt durch ein 15 mm starkes und 60 mm breites Blech gebildet wird. Die beiden Endquerträger bestehen aus einem U-Eisen NP 200 × 75. Die übrigen Querträger und die Diagonalversteifungen werden ebenfalls aus Profilträgern gebildet. Die Wiege ist aus Blechen zu einem kastenförmigen Träger zu-

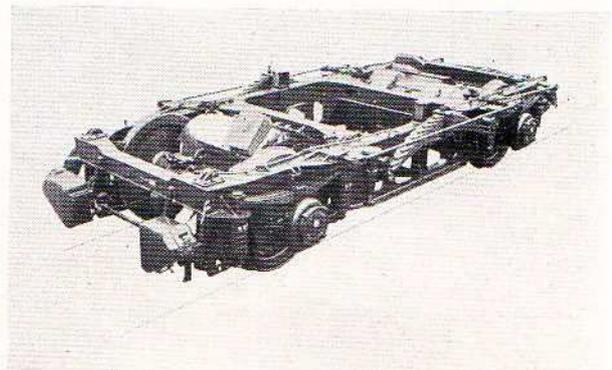


Bild 13. Triebdrehgestell.

(9 Werkphotos)

sammengeschweißt. Die zur Versteifung des Drehgestellrahmens angeordneten Knotenbleche sind stumpf in die Stege eingesetzt, im übrigen sind alle Träger stumpf geschweißt, so daß jegliche Überlappungen und die dadurch verbundenen Gewichtserhöhungen vermieden wurden.

Das Triebdrehgestell besitzt einen Achsstand von 3,6 m; es ist in reiner Blechträgerbauweise ausgeführt (vgl. Bild 13). Der 12 mm starke Steg der Drehgestellwange reicht auf die ganze Länge des Drehgestelles bis zur Unterkante der Achshalter herab; die Steghöhe beträgt 650 mm. Über den Achslagergehäusen ist der Steg bis auf 180 mm Höhe ausgeschnitten. Er ist mit einer Reihe von großen Ausschnitten versehen, einmal um Gewicht zu sparen und andererseits um im Betriebe das Anlegen der Bremsklötze beobachten zu können. Im Bereich des Umspanners ist das Wangenstegblech nach außen um etwa 50 mm gekröpft. Das obere 10 mm starke Deckblech ist nach innen mit starken Ausrundungen versehen, damit die Querträger an Stellen angeschlossen werden konnten, in denen der Kraftfluß keine Umlenkungen mehr erfährt. Mit Rücksicht auf den in das Drehgestell hineinragenden Umspanner und auf die Tatzenmotoren sind Diagonalverbindungen nicht möglich; die großen Ausrundungen der Deckbleche sind daher erforderlich, um den Drehgestellrahmen genügende Diagonalsteifigkeit zu geben. Über den Achspartien ist die Breite des Deckbleches auf 130 mm abgemindert. Auch im Triebdrehgestell sind sämtliche Träger durch Stumpfschweißungen verbunden; alle Querverbindungen sind ebenfalls aus Blechen zusammenschweißt. Die Wiege sitzt oberhalb des Drehgestellrahmens; sie ist aus stumpf zueinander geschweißten Blechen zu einem kastenförmigen Träger ausgebildet. Der Drehgestellanschlag der Triebdrehgestelle ist so begrenzt, daß Kurven mit 140 m Halbmesser durchfahren werden können, wobei Spießgangstellung und Spurranzabnutzung nicht berücksichtigt sind.

Die dreiteiligen Einheits-Wechselstromtriebwagen sind mit einer mehrlössigen Hildebrand-Knorr-Druckluftbremse mit Hikt-Steuerventil ausgerüstet, die sowohl mit Druckluft als auch elektrisch von einem Führerbremsventil aus gesteuert werden kann. Als druckluftgesteuerte Bremse ist sie selbsttätig, als elektrisch gesteuerte Bremse jedoch nicht selbsttätig, aber ebenfalls mehrlössig. Die für die Bremse und die verschiedenen Nebeneinrichtungen erforderliche Druckluft wird im Triebwagen „a“ von einer zweistufigen Motorluftpumpe Bauart Knorr VV 140/75 mit einer Förderleistung von 1370 l/min gegen 8 kg/cm<sup>2</sup> geliefert. Die Bremskraft wird bei jedem Wagenteil von je zwei in Leichtbauart ausgeführten Bremszylindern über ein Bremsgestänge auf die in Doppelanordnung geteilten Bremsklötze über ein Bremsgestängesteller übertragen. Der Strom für die Bremssteuerung wird der 24-Volt-Batterie entnommen. Für die elektrische Bremssteuerung ist ein Schutzkasten vorhanden, in dem das elektrische Brems- und Löseventil, ein Magnetschalter, ein Druckminderventil und ein Doppelrückschlagventil eingebaut sind. Außerdem ist ein Heizwiderstand vorgesehen, der im Winter eingeschaltet werden kann und das Einfrieren der Ventile zu verhindern hat. Im Führerbremsventil sind für die elektrische Steuerung der Bremse zwei Rasten vorgesehen: Brems- und Lösestellung. Durch Andrücken einer im Griff des Führerbremsventils gelagerten Klinke wird in einer der beiden Stellungen das elektropneumatische Brems- oder Löseventil erregt, welches Druckluft in die Bremszylinder oder aus ihnen strömen läßt. Die beiden Steuerleitungen für die Brems- und Lösestellungen sind zu den Steuerkupplungen an den Wagenenden geführt, so daß die elektrischen Bremssteuerleitungen durch sämtliche Wa-

gen führen. Die elektrisch gesteuerten Druckluftleitungen sind über ein Doppelrückschlagventil mit den druckluftgesteuerten Luftleitungen verbunden. Die elektrisch gesteuerte Bremse hat gegenüber der Druckluftsteuerung eine Reihe von Vorteilen. Mit ihr wird beim Lösen sowohl wie beim Bremsen die feinste Abstufbarkeit der Bremswirkung erreicht. Der Führer ist daher in der Lage, die Bremsung und den Lösevorgang den jeweiligen Betriebsverhältnissen schnell anzupassen. Die Durchschlagszeit ist bei der elektrisch gesteuerten Bremse praktisch gleich Null. Es treten also auch bei langen Zügen keine Stöße und Zerrungen auf, da die elektrisch gesteuerte Bremse alle Bremsen des Zuges gleichzeitig betätigt. Infolge des schnellen Ansteigens des Bremszylinderdruckes wird die Bremswirkung gesteigert. Sie ermöglicht die einfachste Bedienung durch den Triebwagenführer, da dieser nur die im Griff gelagerte Klinke andrücken muß. Infolgedessen kann daher der Führer sein Hauptaugenmerk auf die Beobachtung der Signale lenken. Die Wirkung der selbsttätigen Druckluftbremse wird bei der getroffenen Wahl der Schaltung durch die elektrisch gesteuerte Bremse nicht beeinflusst.

Die Wagen „a“ und „b“ haben eine Spindelhandbremse erhalten, die jeweils auf das dem Führerstand benachbarte Drehgestell wirken. Der Mittelwagen „c“ ist mit keiner Handbremse ausgerüstet. Das Handbremsrad ist in der gleichen Anordnung wie bei den elektrischen Lokomotiven versenkt in die Führerstandstischrückwand eingelassen. Luftdruckmesser, Anzeigelampe und Geschwindigkeitsmesser sind in jedem Führerstand in etwa Augenhöhe über dem Führerbremsventil in einem besonderen Schrank untergebracht. Die Zifferblätter der beiden Luftdruckmesser werden durch je eine Lampe beleuchtet.

Die Notbremskästen in den einzelnen Abteilen sind bündig in die Seitenwände eingelassen und über den Fenstern angeordnet.

Die für die Belüftung der Motoren erforderlichen Luftkanäle sind in die Führerstandsrückwand, in die Schächte, die durch je eine Abortwand und die schräge Wand der Einstiege gebildet werden, und in die Zwischenwand zwischen den Abteilen zweiter und dritter Klasse im Mittelwagen eingelassen. Die Luft wird über die Lüftungsjalousien (Bauart Schweiger) in der Dachwute über den Einstiegen angesaugt, die in gleicher Weise wie bei den dreiteiligen Wechselstromtriebwagen ausgebildet sind. Ihr Querschnitt beträgt 800 bis 1000 cm<sup>2</sup> in den Einsaugöffnungen und 800 cm<sup>2</sup> in den durchgehenden Kanälen. Die Luftkanäle sind durch Einpressen von Sicken steif gehalten, damit sie während der Fahrt nicht klappern können und keine Resonanzschwingungen auftreten, die sich durch ein singendes Geräusch unangenehm bemerkbar machen würden.

Die durch Wärmefühler selbsttätig gesteuerten Öfen sind in den Abteilen an den Außenwänden der Wagen verlegt, so daß die Abteile unter den Sitzen vollkommen frei sind und sich keine Schmutzdecken bilden können. Die Öfen sind mit Schutzblechen aus Pantal abgedeckt, die in einer zur Wandverkleidung abgetönten Farbe eloxiert sind.

Das Gesamtgewicht des dreiteiligen Wagenzuges beträgt 143,6 t, wobei auf das Gewicht der beiden Endwagen etwa je 48,6 t und auf das des Mittelwagens etwa 46,4 t entfallen. Das Triebdrehgestell wiegt 12 t, ein Laufdrehgestell 5,9 t. Das Wagenkastengerippe wiegt 10,7 t für die Endwagen und 9,9 t für den Mittelwagen. Die Inneneinrichtung hat im Durchschnitt ein Gewicht von 7,3 t, die Bremsen ein solches von je 2,5 t.

## II. Elektrischer Teil

Von Otto Michel und Alfred Kniffler, München

Die elektrische Ausrüstung des dreiteiligen Einheits-Wechselstromtriebzuges wurde, abgesehen von der Einrichtung der Führerstände, vollkommen unter dem Wagenfußboden untergebracht. Die den größten Platz beanspruchenden Teile, Umspanner und Schaltwerk, sind in der gleichen Weise aufgehängt wie bei den Wechselstrom-Doppeltriebwagen<sup>1)</sup>, bei denen sich diese Art bisher in nahezu dreijährigem Betrieb bestens bewährt hat. Die Umspanner wurden am Hauptquerträger über dem Triebdrehgestell jedes Wagenteils befestigt und ragen in das Drehgestell hinein. Die elektrische Ausrüstung ist auch hier wieder so aufgeteilt, daß jeder Wagen seine eigene vollständige Starkstromausrüstung besitzt. Die einzelnen Wagenteile sind nur durch die Hochspannungsdachleitung und durch die Steuerleitungen miteinander verbunden. Als Nachteil dieser Anordnung ist das verhältnismäßig hohe Gewicht der elektrischen Ausrüstung anzuführen, das insbesondere durch die Verteilung der Umspannerleistung auf drei Umspanner hervorgerufen wird. Dem steht jedoch eine Reihe von Vorteilen gegenüber. Bei Unterbringung der gesamten Triebwagenleistung in einem Wagenteil hätte dort eine Umspannerleistung von 1250 kVA und eine Motorleistung von 1650 kW eingebaut werden müssen. Dieser Wagenteil hätte natürlich seine eigene Maschinenkammer erfordert, da Umspanner und Schaltwerk bei dieser Leistung nicht mehr unter dem Wagenfußboden unterzubringen sind. Zu dem großen Gewicht wäre ein Verlust an Nutzfläche getreten. Die Motorleistung war jedoch nach wie vor auf alle Wagenteile zu verteilen, da die gewünschte hohe Beschleunigung ein Reibungsgewicht erforderte, das der Maschinenwagen allein nicht hätte aufbringen können. Diese Verteilung der Motorleistung bedingte durch den Zug laufende Starkstromkabel mit Kupplungen. Vor allem jedoch hätte man sich des großen Vorteils begeben, daß der Betrieb die Triebwagenzüge durch Einsetzen von Zwischenwagen verstärken kann, ohne dabei befürchten zu müssen, die elektrische Ausrüstung bei gleichen Fahrzeiten zu überlasten. Die Aufhängung der Umspanner in den drei Triebdrehgestellen des Wagens ergab ein günstiges Reibungsgewicht. Etwa 60% des Gesamtgewichtes des Wagens konnten dadurch auf die Treibachsen gelegt werden.

Der von den dreiteiligen Triebwagen auszuführende Zugdienst verlangt eine planmäßige Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h und große Anfahrbeschleunigungen.

<sup>1)</sup> Elektrische Bahnen 1933, Seite 190, Taschinger und Förstner, Der Einheits-Wechselstromtriebwagen der Reichsbahn.

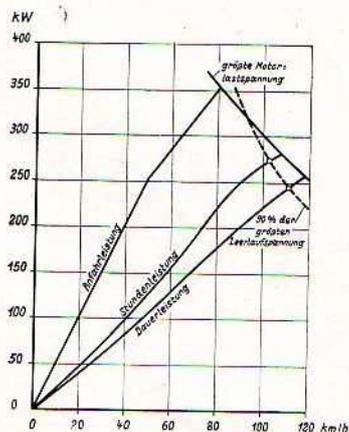


Bild 1. Leistungsschaubild des Motors.

Die erforderliche Motorleistung wurde deshalb in sechs Fahrmotoren aufgeteilt, von denen je zwei in den drei Triebdrehgestellen untergebracht sind. Bild 1 zeigt das Leistungsschaubild des Motors. Seine Stundenleistung beträgt nach den Internationalen Regeln für Fahrzeugmotoren (IREB)<sup>2)</sup> 275 kW bei 102 km/h, seine Dauerleistung 245 kW bei 110 km/h. Besonderen Wert legte man darauf, auch bei höheren Geschwindigkeiten eine genügend große Leistung und damit eine hohe Beschleunigung zu erhalten. Die Unterspannung des Umspanners wurde deshalb so groß gewählt, daß die Schnittpunkte der Linie der höchsten Motorlastspannung mit den Leistungslinien nur wenig unter der Höchstgeschwindigkeit liegen, so daß bei dieser Geschwindigkeit noch die Dauerleistung zur Verfügung steht. Andererseits ist die Unterspannung noch nicht so hoch, als daß sich bei insgesamt 12 Schaltstufen unzulässig große Spannungssprünge von Stufe zu Stufe ergeben.

Der Verlauf der Anfahrzugkraft für den ganzen Triebwagen ist im Bild 2 dargestellt. Es wird eine mittlere Anfahrzugkraft von 11 200 kg bis zu einer Geschwindigkeit von 50 km/h gehalten. Dann fällt sie ab, beträgt bei 80 km/h noch 9200 kg und bei der Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h immerhin noch 5000 kg, ein Wert, der der Dauerzugkraft entspricht. Das Abklingen der Zugkraft von 50 bis 80 km/h wird durch die Einstellung des Fortschaltrelais erreicht; dadurch wird das Schleudern der Treibräder bei der Anfahrt mit Sicherheit vermieden. Die Steuerung ist so ausgelegt, daß auf jeder Stufe dauernd gefahren werden kann.

Alle diese geschilderten Maßnahmen ergeben eine Anfahrcharakteristik, wie sie Bild 3 zeigt. Die Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h wird nach 75 sec erreicht bei einer Weglänge von 1550 m. Die Anfahrbeschleunigung bis etwa 50 km/h beträgt 0,6 m/sec<sup>2</sup>, die mittlere Beschleunigung von 0 bis 120 km/h ist 0,45 m/sec<sup>2</sup>. Es wird also nicht nur eine kurze Anfahrzeit nach einem Halt erreicht; auch nach einer Geschwindigkeitsverminderung durch Baustellen, schlechte Gleislage usw. kann der Wagen seine Höchstgeschwindigkeit schnellstens wieder erreichen, was wesentlich zur

<sup>2)</sup> Elektrische Bahnen 1937, Seite 121.

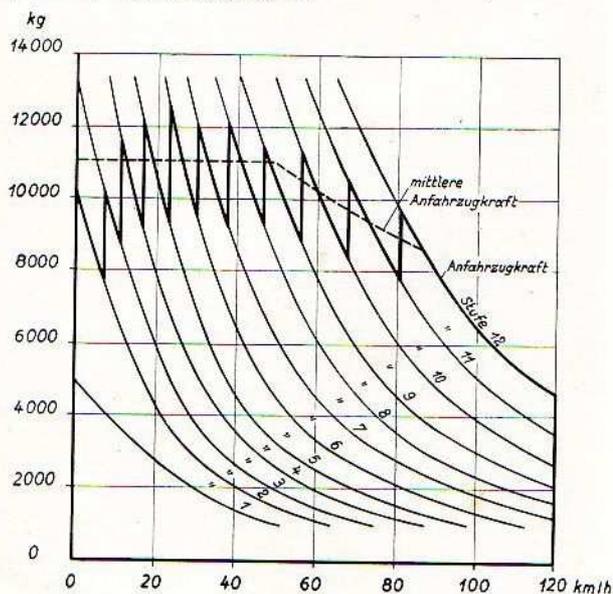


Bild 2. Anfahrzugkraft des Triebwagens.

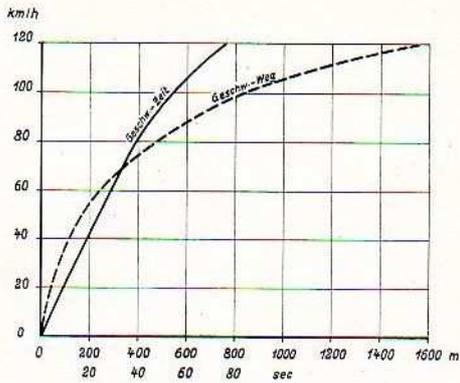


Bild 3. Anfahrtschaulinie.

Einhaltung einer kurzen Fahrzeit und zur Erhöhung der Reisegeschwindigkeit beiträgt.

Das Gesamtgewicht der elektrischen Ausrüstung mit 36 800 kg ist unter Berücksichtigung der großen Motorleistung von 1650 kW und der Aufteilung in drei Einheiten nicht hoch. Insbesondere ist zu erwähnen, daß alle Teile Einheitsteile sind, die mit den gleichen Teilen der verschiedensten Triebwagenbauarten ausgetauscht werden können. Es ergeben sich daraus natürlich große Vorteile und Ersparnisse in der Ausbesserung und Lagerhaltung. Sie machen sich um so stärker bemerkbar, je mehr der elektrische Zugbetrieb sich ausdehnt. So ist z. B. die in obige Triebwagen eingebaute Motorgattung etwa 275mal bei den Triebwagen der Reichsbahn verwendet; eine beachtliche Anzahl für Triebwagen, die nahezu ausschließlich im Fernverkehr und dabei unter den verschiedensten Bedingungen laufen. Derartige Stückzahlen ergeben bereits eine merkliche Verringerung der Erhaltungskosten. Diese ist sehr erwünscht, da die Fahrzeugerhaltungskosten einen erheblichen Anteil der Gesamtkosten der elektrischen Zugförderung bilden.

Die bisher gemachten Angaben zeigen bereits, daß diese dreiteiligen Einheits-Wechselstromtriebzüge für

120 km/h hochwertige Fahrzeuge sind, die in bezug auf Reisegeschwindigkeit und Ausgestaltung allen heute zu stellenden Ansprüchen genügen. Sie bringen andererseits in ihrem maschinellen Teil die Vorteile des Oberleitungstriebwagens zur Geltung: Bereitstellung einer großen Leistung, die bei allen Geschwindigkeiten wirtschaftlich angewendet werden kann und weitgehende Vereinheitlichung, damit Senkung der Beschaffungs- und Unterhaltungskosten.

Die elektrische Ausrüstung ist für alle drei Wagenteile einheitlich. Eine Ausnahme macht lediglich die Luftpumpe, die im Wagenteil „a“ untergebracht ist. Die Führerstände in den Endwagen „a“ und „b“ stimmen ebenfalls vollkommen überein. Jeder Endwagen hat seine eigene Sicherheitsfahrerschaltung.

Der Verlauf des Arbeitsstromes ergibt sich aus dem Starkstromschaltbild Bild 4. Die beiden Stromabnehmer auf den Wagen „a“ und „b“ sind durch eine Hochspannungsdachleitung verbunden. Hieraus wird die Hochspannung von 15 kV über einen Trennschalter und eine Hochspannungssicherung für jeden Wagenteil gesondert entnommen. Wie bei den Wechselstrom-Doppeltriebswagen wurde auch hier ein Leistungsschalter in der Hochspannungszuführung nicht vorgesehen. Hochspannungsseitige Kurzschlüsse und Überlastungen werden durch die Hochspannungssicherung abgeschaltet, niederspannungsseitige durch die Richtungswendeschütze. Das Ein- und Ausschalten des ganzen Triebwagens besorgen die Stromabnehmer. Um ein Abschalten unter Last zu vermeiden, wird der Steuerstrom über den Führerbügelsschalter geführt und in Stellung „Bügel nieder“ unterbrochen, so daß vor Niedergehen der Stromabnehmer die Richtungswendeschütze abfallen und der Stromabnehmer nur die Leerlaufleistung des Umspanners zu schalten hat.

Von der Hochspannungssicherung leitet ein Hochspannungskabel zu der Oberspannungsklemme des Umspanners. Die Niederspannungswicklung ist mit der Hochspannungswicklung in Sparschaltung hintereinander geschaltet. Zwölf Anzapfungen der Nieder-

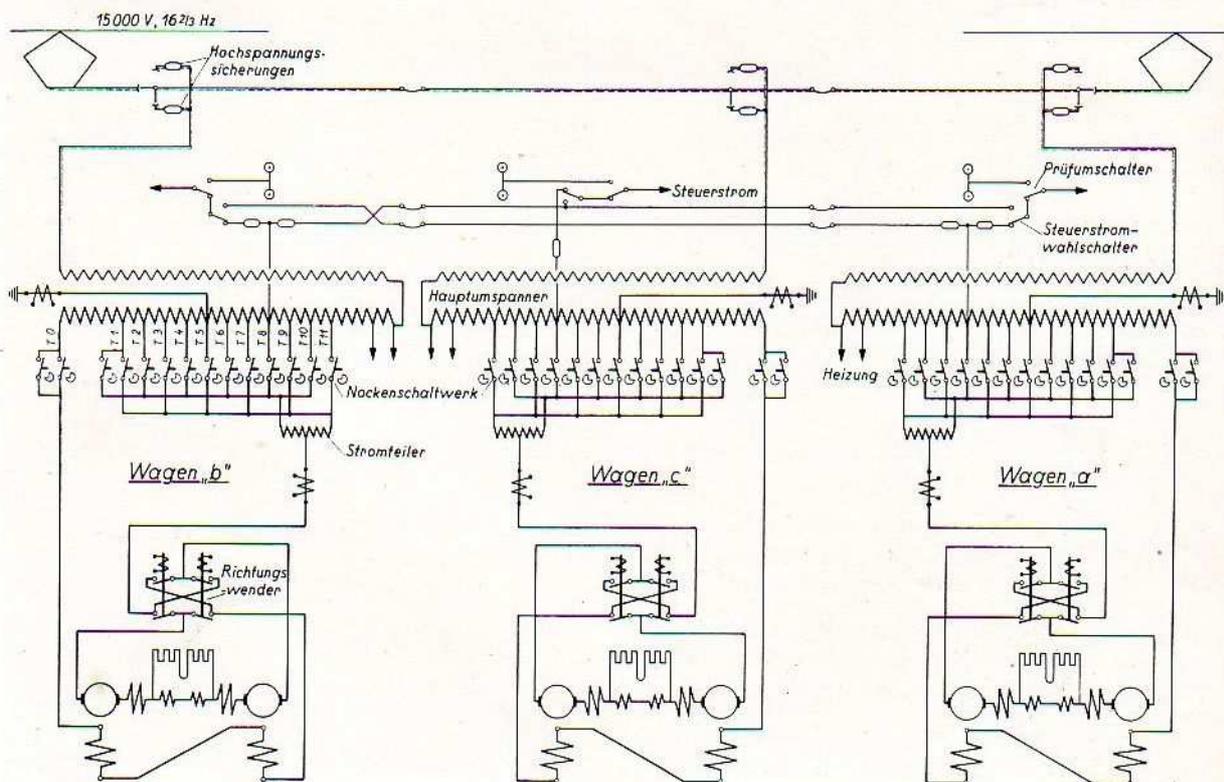


Bild 4. Starkstromschaltbild.

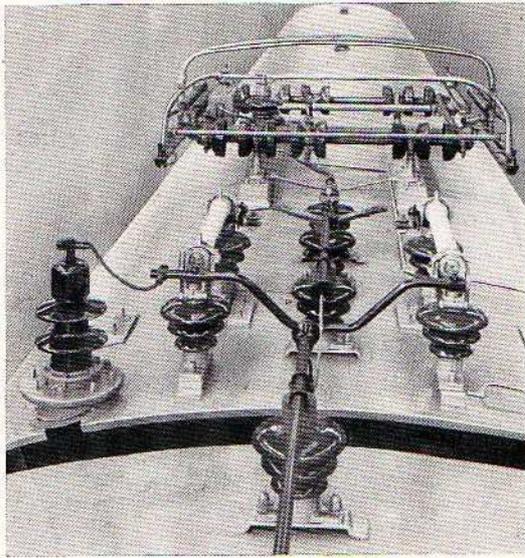


Bild 5. Anordnung der Hochspannungssicherungen.

spannungswicklung führen zu den einzelnen Nocken des Nockenschaltwerks. Für die Heizstromentnahme sind zwei Anzapfungen bei 800 und 1000 V gegen Erde vorgesehen. Die Erdungsklemme der Niederspannungswicklung liegt nicht am Ende, sondern in ihrer Mitte bei der Klemme T 5. Auf diese Weise wird die Spannung der oberen Stufen gegen Erde herabgesetzt, und die Fahrmotoren haben nur eine Spannung von etwa 475 V gegen Erde auszuhalten. Die Gefahr von Überschlägen ist dadurch vermindert. Von den Stufennockenschaltern fließt der Arbeitsstrom über Spannungsteiler und Motorstromwandler zu den Richtungswenderschützen, an die die hintereinander geschalteten Motoranker gelegt sind. Von hier aus geht es dann über die beiden hintereinander geschalteten Feldwicklungen zur Klemme To des Umspanners zurück. Den Schutz gegen Überlastung der Fahrmotoren übernehmen die Richtungswenderschütze. Die Mittenerdung des Umspanners erforderte außerdem noch einen besonderen Erdschlußschutz in Form eines Erdschlußstromwandlers mit Relais.

Der Steuerstrom und der Strom für die Hilfsstromkreise wird der Klemme T 8 des Umspanners mit 200 V gegen Erde entnommen. Bild 4 zeigt ebenfalls die Schaltung der Steuerstrom-Entnahmeleitungen. Diese sind durch den ganzen Wagen doppelt verlegt. Durch die in jedem Wagenteil eingebauten Steuerstromwählschalter ist es möglich, den Steuerstrom sowohl dem eigenen Umspanner als auch dem Umspanner eines anderen Wagenteils zu entnehmen. Dadurch ist die Lieferung des Steuerstroms auch bei Ausfall der elektrischen Ausrüstung eines Wagenteils auf jeden Fall sichergestellt. Bei der gewählten Schaltung war darauf zu achten, daß das Parallelschalten der Umspanner über die Steuerleitungen nicht möglich ist. Ferner hat jeder Wagenteil seinen eigenen Prüfschalter, so daß er für sich in der Werkstatt durchgeprüft werden kann. Von den Prüfschaltern führt der Steuerstrom zu den einzelnen Verbrauchern wie Steuerung, Luftpumpe, Lichtmaschine usw. Es erübrigt sich, darauf näher einzugehen, da die gleiche Steuerung in die Wechselstrom-Doppeltriebwagen eingebaut und bereits früher in dieser Zeitschrift eingehend beschrieben wurde<sup>3)</sup>. Die Mitnahme von Steuerwagen ist nicht vorgesehen; die Steuerstrom-Entnahmeleitungen brauchen also nicht über die Endkupplungen hinaus geführt zu werden.

<sup>3)</sup> Elektrische Bahnen 1935, Seite 190 und ff.

Fahren mehrere dreiteilige Triebwagenzüge zusammen, so erzeugt jeder Zugteil seinen Hilfs- und Steuerstrom selbst. Nur die vom führenden Führerstand den ganzen Zug durchziehenden Befehlsleitungen müssen durchgekuppelt werden. Die Heizleistung wird ebenso jeweils dem Umspanner des eigenen Wagenteils entnommen; Heizkupplungen sind deshalb nicht erforderlich.

Ein Teil der Steuerapparate wird mit Gleichstrom von 24 V betätigt, der der Wagenbatterie entnommen wird. Es wurde von vornherein als Bedingung gestellt, daß auch bei Zügen aus drei dreiteiligen Zugeinheiten von etwa 210 m Länge das einwandfreie Arbeiten der mit 24 V gesteuerten Apparate durch den Spannungsabfall in den langen Leitungen nicht beeinträchtigt werden darf. Wie die hierüber angestellten Probefahrten zeigten, wurde diese Bedingung erfüllt. Das Ergebnis war besonders erwünscht, da sonst ein Abgehen von der bei allen elektrischen Triebfahrzeugen einheitlichen Gleichspannung von 24 V sich nicht hätte vermeiden lassen.

Wie bereits erwähnt, sind die einzelnen Teile der elektrischen Ausrüstung für diesen Wagen nicht neu entwickelt, sondern soweit wie irgend möglich den Einheitsausführungen der Reichsbahn oder bereits ausgeführten Triebfahrzeugen entnommen worden. Als Stromabnehmer wurde der Einheitsstromabnehmer der Reichsbahn, hohe Bauart, verwendet. Die beiden Stromabnehmer sitzen über den Laufdrehgestellen der Endwagen „a“ und „b“. Sie werden elektrisch gesteuert. Der Führerbügelsschalter im Führerstand hat drei Stellungen „Bügel hoch“, „Bügel nieder“ und „Abschluß“. Zwei durchgehende Steuerleitungen führen zu den Drehmagneten der Bügelsteuerventile, welche den Hubzylindern der Stromabnehmer Luft zuführen oder sie entlüften. Der Steuerstrom wird nach vollendeter Bewegung des Bügelsteuerventils durch besondere Kontakte selbsttätig abgeschaltet.

Im Gegensatz zu den bisherigen Ausführungen wurde bei diesen Wagen die Hochspannungssicherung auf das Dach gesetzt. Dadurch vereinfachte sich die Verlegung noch weiter. Verriegelungen und besondere Maßnahmen gegen Berührungsschutz waren nicht mehr erforderlich, da das Besteigen des Daches unter dem Fahrdraht verboten ist. Bild 5 zeigt die Anordnung der beiden Hochspannungssicherungen, des zugehörigen Umschalters und des Durchführungsisolators auf dem Dach. Die eine der beiden Sicherungen dient zur Reserve. Der Umschalter ist zweiarmig ausgebildet, er hat fünf durch Rasten gebildete ausgeprägte Stellungen und wird vom Wageninnern aus bedient. Man kann auf die eine oder andere Sicherung umschalten, den zugehörigen Stromabnehmer abschalten und den ganzen Wagenteil stilllegen. Der Wagenteil „c“ hat nur einen einfachen Umschalter. Die Hochspannungssicherung ist gegenüber der bei den Doppeltriebwagen in einer Hochspannungskammer verwendeten Sicherung wenig geändert, nur die Kappen wurden wasserdicht und wetterfest ausgeführt. Das bei Ansprechen der Sicherung erscheinende Schauzeichen ist von unten sichtbar. Ganz allgemein ist zur Verwendung dieser Hochspannungssicherungen zu sagen, daß sie sich in dreijährigem Betrieb bis jetzt glänzend bewährt haben.

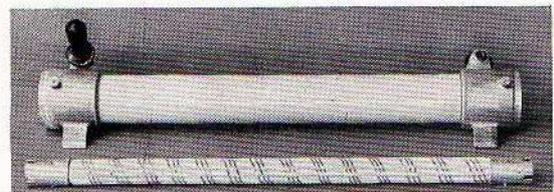


Bild 6. Hochspannungssicherung.

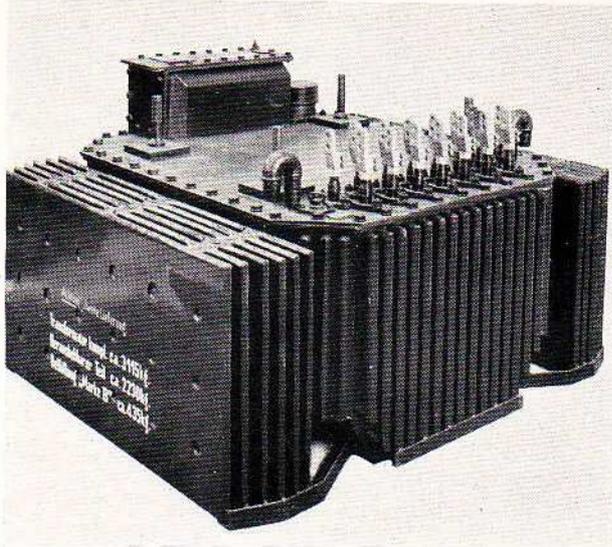


Bild 7. Hauptumspanner.

Zerknalle sind noch nicht vorgekommen, obwohl vor allem im süddeutschen Netz sehr große Kurzschlußleistungen zu bewältigen sind. Voraussetzung für einwandfreies Ansprechen ist genaueste Herstellung; die dauernden Erschütterungen während der Fahrt dürfen keine Änderungen im inneren Aufbau herbeiführen. Bild 6 zeigt die Einzelteile der Sicherung. Der Sicherungseinsatz ist ein keramisches Rohr mit gerippter Oberfläche, auf dem schraubenförmig der Hauptschmelzleiter gewickelt ist. Besonders schwierig ist die Löschung des Lichtbogens. Die Sicherungspatrone ist deshalb mit einem feinkörnigen, sandähnlichem Füllstoff gefüllt, der kühlend und löschend wirkt.

Der Dachdurchführungsisolator ist als Kabelendverschluß ausgebildet. Das Hochspannungskabel führt an der Außenwand herunter und unter dem Wagenfußboden zum Umspanner. Die Innenräume des Wagens werden überhaupt nicht berührt. Man kann wohl behaupten, daß die Anwendung der Hochspannungssicherung und des Hochspannungskabels mit zu den größten Fortschritten in der Gestaltung des elektrischen Teils neuerer Triebwagen gehören. Dadurch gelang es erst, die elektrische Ausrüstung vollkommen aus dem Wagenkasten fernzuhalten, wertvolle Nutzfläche zu gewinnen, Gewicht zu sparen und den elektrischen und den wagenbaulichen Teil zu einer organischen Einheit zusammenzufassen. Störungen, die als grundsätzliche Mängel der Hochspannungssicherung und des Hochspannungskabels bezeichnet werden müssen, sind bis jetzt noch nicht eingetreten. Dabei sind die außenliegenden Sicherungen jeder Witterung ausgesetzt und haben im Falle eines Kurzschlusses große Leistungen zu bewältigen.

Der Umspanner ist an zwei Hauptquerträgern aufgehängt und taucht in das Triebdrehgestell hinein. Er hat eine Nennleistung von 410 kVA und kann im Winter zusätzlich 90 kVA Heizleistung abgeben. Bild 7 zeigt den vollständigen Umspanner. An beiden Seiten sind je sechs Kühltaschen angebracht, die vom Fahrwind sehr wirksam durchstrichen werden. Zur Unterstützung sind auch die Stirnflächen mit Kühlrohren versehen. Die gesamte Kühlfläche ist damit so groß, daß die bei Nennlast entstehenden Verluste bereits im Stillstand nahezu vollständig abgeführt werden. Auf dem Deckel sind die Hochspannungseinführung, die Niederspannungsklemmen und die vier Aufhängebolzen zu sehen. Die Aufhängebolzen sind in aufgeschweißte Verstärkungsplatten eingesetzt. Der Umspannerkern ist

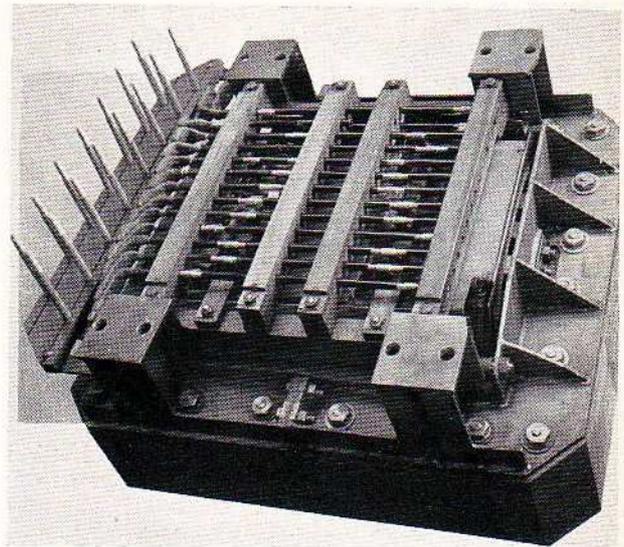


Bild 8. Umspannerkern.

unmittelbar am Deckel aufgehängt. Der Deckelrand hat nur den Umspannerkessel und das Ölgewicht zu tragen.

Der Umspannerkern (Bild 8) ist als Mantelumspanner ausgebildet. Die Scheibenspulen haben rechteckige Form. Die Jochverspannungen sind geschweißt und werden durch kräftige Zugbolzen zusammengepreßt. Die Abstandstücke zwischen den einzelnen Scheibenspulen sind so ausgebildet, daß dem Ölumlauflauf möglichst wenig Widerstand entgegengesetzt wird.

Das Schaltwerk konnte unverändert von den Wechselstrom-Doppeltriebwagen übernommen werden. Wie bereits dort beschrieben, ist es ein Nockenschaltwerk mit Antrieb durch Drehmagnet. Aufgehängt wurde es mitten unter dem Wagenfußboden; es ist vom Wageninnern aus durch eine Klappe im Wagenfußboden zugänglich. Bild 9 zeigt die Ansicht durch die geöffnete Klappe. Man erkennt oben den Drehmagnet-Antrieb mit den „Auf“- und „Ab“-Vorsteuer-Magneten und unten die einzelnen Funkenkammern mit den

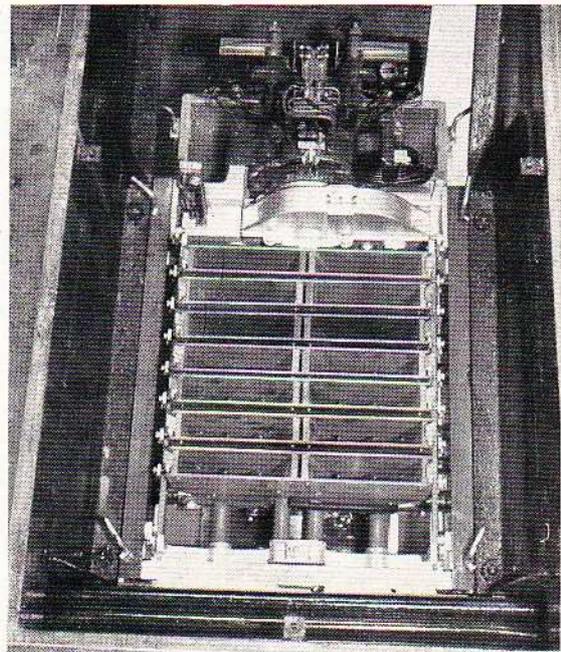


Bild 9. Nockenschaltwerk.

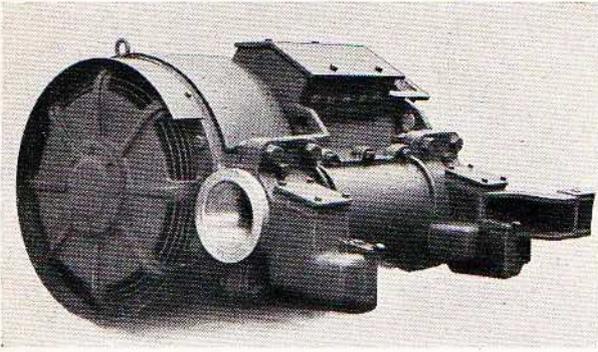


Bild 10. Fahrmotor.

Schaltkontakten. Die Kontakte haben keine Funkenblaspulen, für schnelles Abreißen des Schaltfeuers wird durch besondere Ausbildung der Schaltkontakte gesorgt.

Die Richtungsschütze haben die gleiche bewährte Form wie bei den Doppeltriebwagen. Sie sind doppelpolig ausgebildet und beanspruchen dadurch wenig Platz. Sie sind ebenfalls vom Wageninnern aus durch eine Klappe im Fußboden zugänglich.

Für die Fahrmotoren ist ebenfalls die gleiche Bauart gewählt wie bei den Einheits-Doppeltriebwagen e11 18. Sie sind eine Weiterentwicklung der bereits 1932 für die Triebwagen des Stuttgarter Vorortverkehrs gelieferten Motoren<sup>4)</sup>. An der bewährten Tatzlagerbauart wurde festgehalten. Bild 10 zeigt eine Ansicht des Motors von der Tatzenseite. Man sieht die durch ein Rundeisengitter abgedeckte Ausblasöffnung, den Kommutatordeckel, den Kabelanschlußkasten und die Tatzlager. Letztere sind so ausgebildet, daß sie gleichzeitig als Ausrückvorrichtung dienen. Die beiden Lagerschalen jedes Lagers werden nicht, wie sonst üblich, durch den Lagerdeckel gegen das Motorgehäuse gepreßt, sondern sie sind durch besondere Schrauben unmittelbar am Lagerdeckel befestigt, der dann wiederum für sich durch Schrauben gegen das Motorgehäuse gedrückt wird. Tritt ein Motorschaden ein, bei dem die Zahnräder außer Eingriff gebracht werden müssen, so wird das Motorgehäuse durch Abdrückschrauben im Lagerdeckel, der ja durch die Lagerschalen fest mit der Achse verbunden ist, abgedrückt. Der Triebwagen kann dann seine Fahrt fortsetzen. Der Motorläufer (Bild 11) hat einen Durchmesser von 490 mm. Die Höchstdrehzahl bei 120 km/h ist 1810 U/min, dabei beträgt die Ankerumfangsgeschwindigkeit 46,9 m/sec und die Kommutatorumfangsgeschwindigkeit 36 m/sec. Das Lager der Antriebseite ist als Zylinderrollenlager, das Lager der Kommutatorseite als Pendelrollenlager ausgebildet. An dem Flansch vor dem Kommutator wird das Lüfterrad angeschraubt, es saugt die Luft durch

<sup>4)</sup> Elektrische Bahnen 1933, Seite 165, Tetzlaff und Bretschneider, Die Triebwagenzüge für den Stuttgarter Nahverkehr.

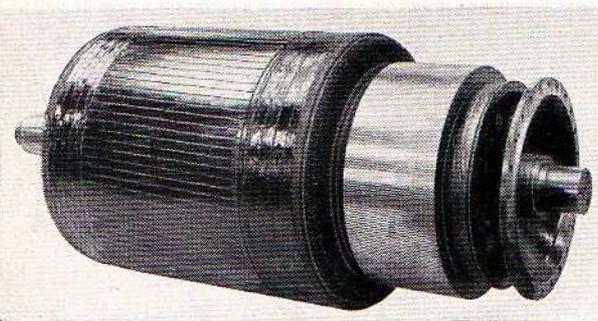


Bild 11. Motorläufer.

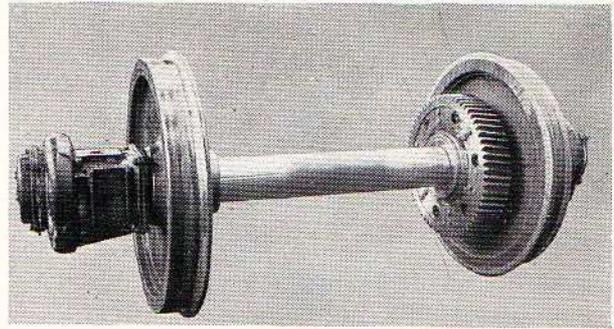


Bild 12. Treibradsatz.

den Motor und drückt sie durch die vergitterten Austrittsöffnungen nach außen.

Die Kühlluft wird den Fahrmotoren durch besondere Luftkanäle im Wageninneren über Faltenbälge zugeführt. Die Ansaugöffnungen liegen über den Einstiegen und sind durch Lüftungsgitter, Bauart Schweiger, geschützt. Die Triebmotoren der Wechselstromtriebwagen der Deutschen Reichsbahn werden heute grundsätzlich in dieser Weise belüftet. Nur so ist es möglich, die schädlichen Einwirkungen von Bremsstaub und Flugschnee zu vermeiden.

Der Motor hat auch hier einseitiges Vorgelege. Das Ritzel hat 24, das große Zahnrad 63 Zähne; die Übersetzung ist damit 1: 2,62. Um gutes Anliegen der Zähne und einen geräuschlosen Lauf zu erreichen, wurden die Räder mit einer Zahnschrägung von etwa 8° ausgeführt. Diese bereits bei den Doppeltriebwagen getroffene Maßnahme hat sich durchaus bewährt, der seitliche Anlaufdruck wird ohne Schwierigkeit von Tatzlager und Motorrollenlager aufgenommen. Die Großräder erhielten eine Abfederung zwischen Zahnkranz und Zahnradkörper, eine Maßnahme, die nach den Erfahrungen mit den Doppeltriebwagen notwendig ist, von denen ein Teil mit ungefederten Zahnrädern ausgerüstet war. Ungefederte Zahnradgetriebe rattern beim Anfahren infolge des pulsierenden Drehmomentes des Wechselstrommotors sehr stark. Die hervorgerufenen Erschütterungen übertragen sich in den Wagenkasten und

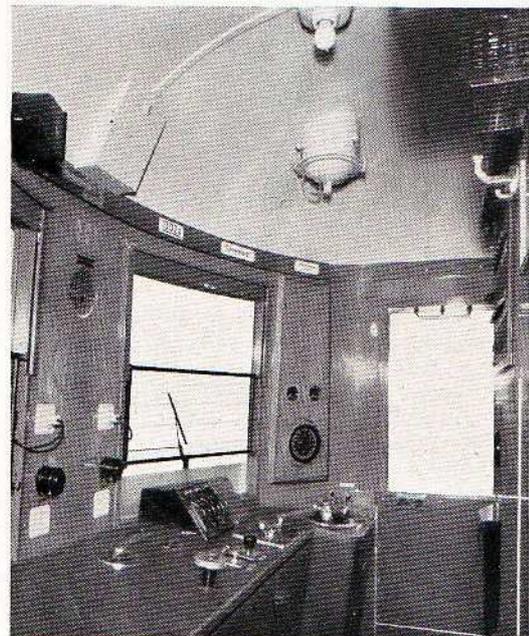


Bild 13. Führerstand.

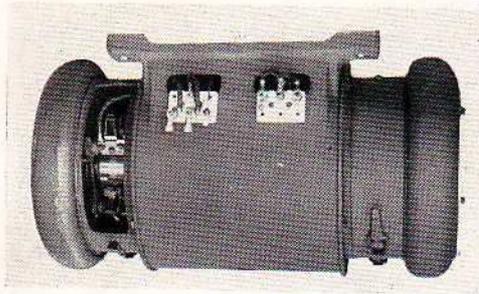


Bild 14. Lichtmaschine.

bilden vor allem bei häufigen Anfahrten eine Belästigung für die Reisenden. Es wurde versucht, das Rattern durch andere Maßnahmen, wie Einbau besonderer Aufhängevorrichtungen, Herabsetzung der Anfahrstromstärke, zu beseitigen. Der volle Erfolg wird jedoch nur bei Einbau gefederter Zahnräder erzielt. Bild 12 zeigt eine Ansicht der Treibachse. Das Zahnrad sitzt nicht unmittelbar auf der Welle, sondern ist auf die verlängerte Treibradnabe aufgedreht, um genaueren Sitz zu erreichen und unnötige Beanspruchung der Welle zu vermeiden.

Bild 13 zeigt den geräumigen Führerstand. Die während der Fahrt zu bedienenden Hebel sind so angeordnet, daß der sitzende Führer sie bequem bedienen kann. Der Führertisch ist dementsprechend tief herunter gezogen und geneigt. Sämtliche Instrumente liegen im Gesichtsfeld des sitzenden Führers. Die Apparate und Schalter wurden weitgehend verkleidet, ohne daß die Zugänglichkeit darunter leidet. Die beiden großen Stirnfenster gestatten einen guten Überblick über die Strecke. Um das Beschlagen zu verhindern sind große Klarsichtscheiben vorgesehen. Von außen bestreicht ein elektrisch angetriebener Fensterwischer Bauart Bosch die Scheibenfläche, um auch bei Regen und Schnee gute Sicht zu schaffen. Auf dem Führertisch sind die notwendigen Instrumente angeordnet: Meßinstrumente in Einheitsausführung, Fahrschalter, Führerbügel, Heizschalter, Pfeifenhebel und die beiden Hebel für die elektrisch betätigte Druckluft und für die Zusatzbremse. Eine Nische am Boden enthält den Fußtritt der Sicherheitsfahrschaltung. Auf der Rückwand sind die Betätigungshebel der eingelassenen Lichtschalttafel zu erkennen.

Gesteuert werden sämtliche Apparate einschließlich der Druckluftbremse mit Wechselstrom von 200 V und Gleichstrom von 24 V. Die erforderlichen Sicherungen und die Schalter, die nicht vom Führer dauernd bedient werden müssen, sind in den Wagenteilen „a“ und „b“ auf der Führerstandsrückwand, im Wagenteil „c“ in einem besonderen Schrank untergebracht. Als Sicherung bis Stromstärken von 25 A wurden ausschließlich Kleinselbstschalter genommen, darüber hinaus Griff-

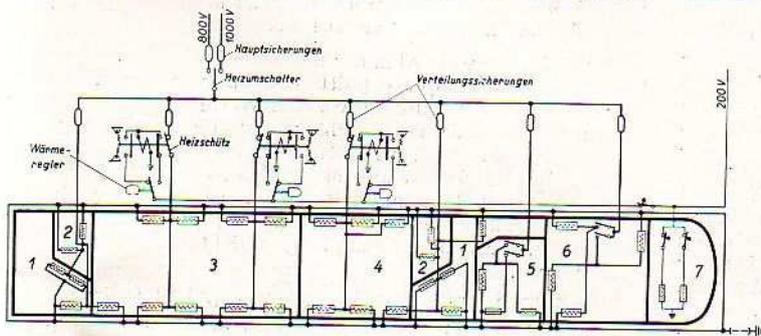
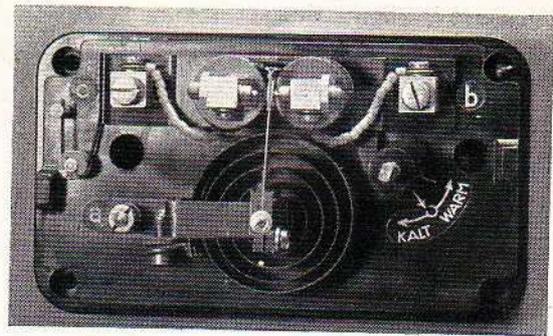


Bild 15. Schaltbild der Heizung (Wagen a)

1 = Einstieg 2 = Abort 3 = Fahrgastabteil 3. Klasse 4 = Traglastenabteil  
5 = Postabteil 6 = Gepäckraum 7 = Führerstand



(11 Werkphotos)

Bild 16. Wärmeregler.

sicherungen und Streifensicherungen, letztere in der Einheitsausführung der Reichsbahn. Die Steuerung der Fahrmotoren ist halb selbsttätig. Der Fahrschalter hat wie bei den Doppeltriebwagen 4 Stellungen „Auf“, „Fahrt“, „Ab“ und „Null“. In Stellung „Auf“ schaltet das Nockenschaltwerk aufwärts, wobei es durch ein Fortschaltrelais überwacht wird. Dieses schließt den Stromkreis des Drehmagnetes erst dann wieder, wenn der Motorstrom nach dem Aufschalten auf einen bestimmten einstellbaren Wert gefallen ist. In Stellung „Fahrt“ bleibt das Nockenschaltwerk auf der erreichten Stufe stehen. Bei „Ab“ läuft es abwärts. Geht der Führer sofort in Stellung „Null“, so schalten im gleichen Augenblick die Richtungsschütze den Motorstrom ab, das Schaltwerk läuft dann unbelastet zurück in die Nullstellung.

Als Luftpumpe wurde, wie bereits in Teil I erwähnt, die Knorr-Kolbenpumpe VV 140/75 eingebaut. Der Antriebsmotor hat eine Leistung von 6,8 kW bei 750 U/min.

Die Stromversorgung für die Beleuchtung und den gleichstrombetätigten Teil der Steuerung wird durch eine Lichtmaschine mit Speicherbatterie gebildet. Jeder Wagenteil hat seine eigene Gleichstromanlage. Die Lichtmaschine (Bild 14) ist ein Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer. Dem Motor wird 200 V Wechselstrom aus der Spannungsentnahmeleitung über einen Kleinselbstschalter zugeführt. Die Maschine hat eine Welle mit zwei getrennten Ankern. Die Gleichstromabgabe beträgt 85 A bei 24 V. Eine Bleibatterie von 120 Ah Speicherkapazität ist ihr parallel geschaltet. Die Spannung für Batterie, Lichtmaschine und Beleuchtung wird durch einen Lichtregler geregelt, der entsprechend dem Ladezustand der Batterie und dem jeweiligen Verbrauch sowohl das Feld des Generators als auch den Strom des Antriebsmotors beeinflusst.

Der der Gleichstromanlage entnommene Steuerstrom wird über eine Sicherung und einen Hauptschalter geführt, um dann auf die einzelnen Steuerstromkreise verteilt zu werden. Diese sind durch Kleinselbstschalter geschützt. Der Beleuchtungsstrom fließt vom Regler unmittelbar zur Lichtschalttafel, die ebenfalls ausschließlich mit Kleinselbstschaltern ausgerüstet ist. Der Fahrgastraum wird über zwei getrennte Lichtstromkreise beleuchtet. Sonstige Kreise sind vorgesehen für die Beleuchtung des Führerstandes, der Instrumente, für Gepäck- und Postabteil, für das Stufenlicht und für die vorderen und hinteren Signallaternen. Um den ganzen Triebwagenzug bei Fahrt durch Tunnel, längere Unterführungen und bei Aufenthalt auf Bahnhöfen mit dunklen Bahnsteighallen beleuchten zu können, wurde eine Fernlichtschaltung eingebaut. Vom vorderen Führerstand aus kann der Führer durch einen

