



KRAUSS-MAFFEI MÜNCHEN

Dieselhydraulische Streckenlok M 4000 B'B'



Einsatzort und Einsatzbedingungen

Wie in vielen anderen Ländern werden auch in Spanien die guten alten Dampflokomotiven nach und nach abgelöst. Der Betrieb wird auf moderne Traktionsmittel umgestellt: Dieselloks. Seit Ende 1966 verkehrt die modernste und stärkste Ausführung: 4000 PS-starke dieselhydraulische Lokomotiven.

Bei diesen Lokomotiven handelt es sich um eine verstärkte Version der bekannten DB-Lok V 200. Die Verstärkung war erforderlich wegen der schwierigen Gebirgsstrecken Spaniens. Auch geht die Planung der Spanischen Staatsbahn (RENFE) dahin, die Anhängelasten zu steigern und die Fahrzeiten zu verkürzen. Dazu wird auch das Streckennetz mit großem Aufwand ausgebaut, der Oberbau verstärkt. Auf großen Teilstrecken sind bereits durchgehend verschweißte Schienen verlegt.

Die klimatischen Verhältnisse Spaniens weisen im Wechsel der Jahreszeiten krasse Gegensätze auf. Darauf mußte die Ausrüstung der Loks abgestimmt werden. So werden im Winter, der im Gebirge heftige Schneestürme mit sich bringt, Temperaturen von -20°C erreicht. Im Sommer klettert das Thermometer auf $+45^{\circ}\text{C}$ bei einer Luftfeuchtigkeit von z. T. über 90%.

Die von Krauss-Maffei entwickelten und konstruierten Lokomotiven werden z. T. im Werk München ge-

baut, z. T. in Spanien in Lizenz hergestellt. Der bewegliche Einsatz sowohl im Reisezug- als auch im Güterzug-Dienst garantiert eine hohe Ausnutzung jeder einzelnen Lok.

Die Betriebswerte nach fast zweijährigem Einsatz können als ausgezeichnet angesehen werden. Die Verfügbarkeit der Loks lag im Durchschnitt bei 95%. Die als erste gelieferte Lok legte in 18 Monaten 223 447 Strecken-Kilometer zurück. Sie bewältigte dabei rd. 95 000 000 tkm, wobei sich der Kraftstoffverbrauch bei nur 5–6 g/tkm bewegte.

In der Nähe Madrids, von wo aus alle Strecken sternförmig ins Land gehen, wurde ein modernes Depot errichtet. Gestützt auf dieses Depot konnte bereits im Sommer 1967 der Gesamtverkehr der Strecke Madrid–Zaragoza–Mora la Nueva mit 18 Lokomotiven übernommen werden. Es handelt sich hierbei um eine ausgesprochene Gebirgsstrecke, die u. a. mit 16 bzw. 18‰ die Puerto Jdraque nordwestlich der Cordillera Ibérica überwindet. Bei verkürzten Reisezeiten werden Reisezüge mit 800 t Zuglast befördert und Güterzüge bis 1 000 t.

Inzwischen wurde auch der Betrieb auf weiteren, nicht weniger schwierigen Strecken übernommen. Überall haben sich die neuen Lokomotiven bestens bewährt.



Aufbau und Ausrüstung

Die Aufgabenstellung der Spanischen Staatsbahn Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE) erforderte eine weitestgehende Anlehnung an bereits gebaute und damit bewährte Lokomotiven. So ergab sich eine Ableitung von der DB-Lok V 200¹.

Die Lokomotiven sind völlig symmetrisch gebaut. Der Lokomotivkasten ist in sieben Abschnitte unterteilt: den in der Mitte liegenden Kühlerraum, zwei Motorräume, zwei Führerstände und die beidseitigen Vorbauten an den Stirnseiten.

Im Kühlerraum sind die beiden Kühlergruppen mit den hydrostatisch angetriebenen Lüftern installiert. Darunter sind auf dem Rahmendeckblech die Luftpresser, Vakuumpumpen, Vorwärmgeräte und Hilfsgetriebe für Lüfterpumpenantrieb angeordnet. Wenn erforderlich, können diese Aggregate durch Klappen an den Seitenwänden ein- und ausgebaut werden. Auch ein Geräteschrank für elektrische Apparate fand hier seinen Platz.

Die Motorräume sind vom Kühlraum durch leichte Zwischenwände abgetrennt. Türen an den Seitengängen ermöglichen den ungehinderten Zutritt. An die Motorräume schließen sich die Führerstände an. Doppelwandige Wände und Türen bilden die schalldämmende Trennung.

Am Untergestellrahmen sind zwischen den Drehstellen fünf Leichtmetallbehälter für den Kraftstoff, die Bremsluftbehälter, die Batterie und ein Teil der Kraftstoffanlage mit Bedienungselementen untergebracht.

Untergestellrahmen

Der Untergestellrahmen in Stahl-Leichtbauweise trägt die gesamte Maschinenanlage und die Kraftstoffbehälter. Er ist mit dem Aufbau verschweißt und setzt sich im wesentlichen zusammen aus zwei von Puffer zu Puffer durchgehenden Stahlrohren, die mit angeschweißten Stahlblechen und dem Rahmendeckblech eine brückenartige Konstruktion bilden. Nach unten stellen zwei turmartige Bauteile die Verbindung mit den Drehstellen her.

Unmittelbar auf den Rahmenstirnflächen sind die Puffer aufgeschraubt. Unter den Rahmenaußenwangen sind Verstärkungsplatten angeschweißt. Sie ermöglichen das Anheben der Lok.

Seitliche Schürzen im Mittelteil des Rahmens und an den Rahmenstirnverbindungen halten die Drehgestelle von außen her frei zugänglich. Hinter den Schürzen befinden sich Batterie- und Batterieklamm-Kästen, Ölabscheider, Kraftstoff-Hauptfilter, Kraftstoff-Sammelleitung und ein Teil der Kraftstoff-Leitungen mit Absperr- und Ablaßhähnen.

Aufbauten

Der Kastenaufbau aus blechverkleideten Hut- und Z-Profilen in Schalenbauweise ist mit dem Rahmen verschweißt. Die Gesamtkonstruktion erhält so hohe Biege-, Torsions- und Knickfestigkeiten. Wandungen und Türen sind mit Schallschluckmasse gespritzt. Z. T. sind sie auch doppelwandig ausgeführt, wobei die Zwischenräume mit Mineralfasermatten ausgefüllt, die Wände mit Schallschluckmasse gespritzt und mit Jute-Barytol-Matten beklebt sind.

Kühlanlage

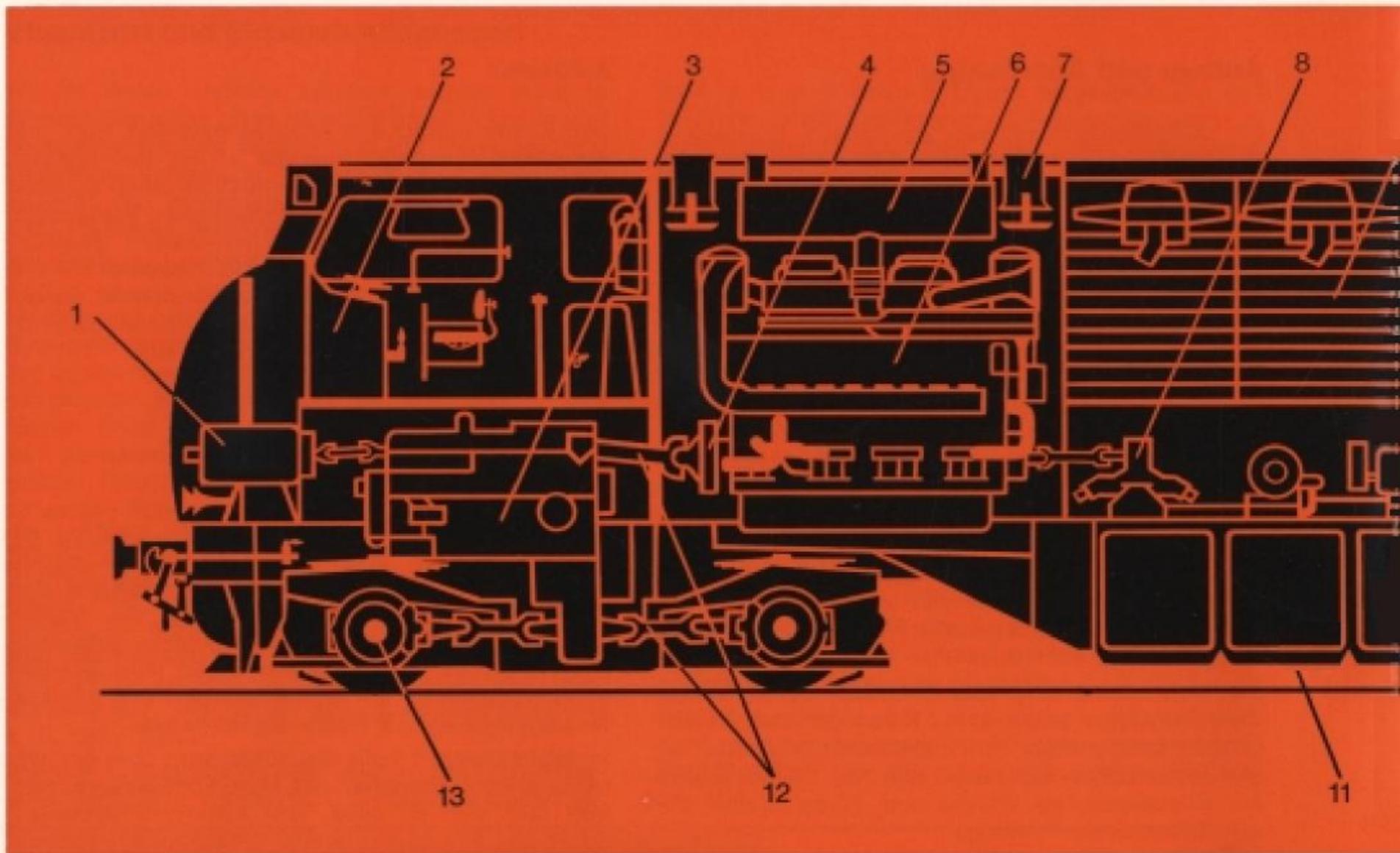
Zu jeder der beiden Antriebsanlagen gehören ein Kühlwasserhaupt- und Nebenkreislauf. Im Hauptkreislauf wird die Motor- und Getriebewärme zum Kühler abgeleitet, im Nebenkreislauf die Wärme, die vom Ladeluftkühler des Dieselmotors aufgenommen wird. Die Kühlwassertemperatur wird geregelt durch Dachkühler mit Kühlerjalousien und ein Lüfter-Regelsystem mit Hydro-Gigant-Antrieb.

Im Hauptkreislauf fließt das Kühlwasser über den Getriebeöl-Wärmetauscher zur Motorkühlwasserpumpe. Von hier wird es durch den Schmieröl-Wärmetauscher und den Motor in den Kühler zurückgepumpt. Parallel zum Getriebeöl-Wärmetauscher ist ein Überdruck-Ventil in die Leitung eingebaut, das bei zu großem Wasserdurchlauf öffnet.

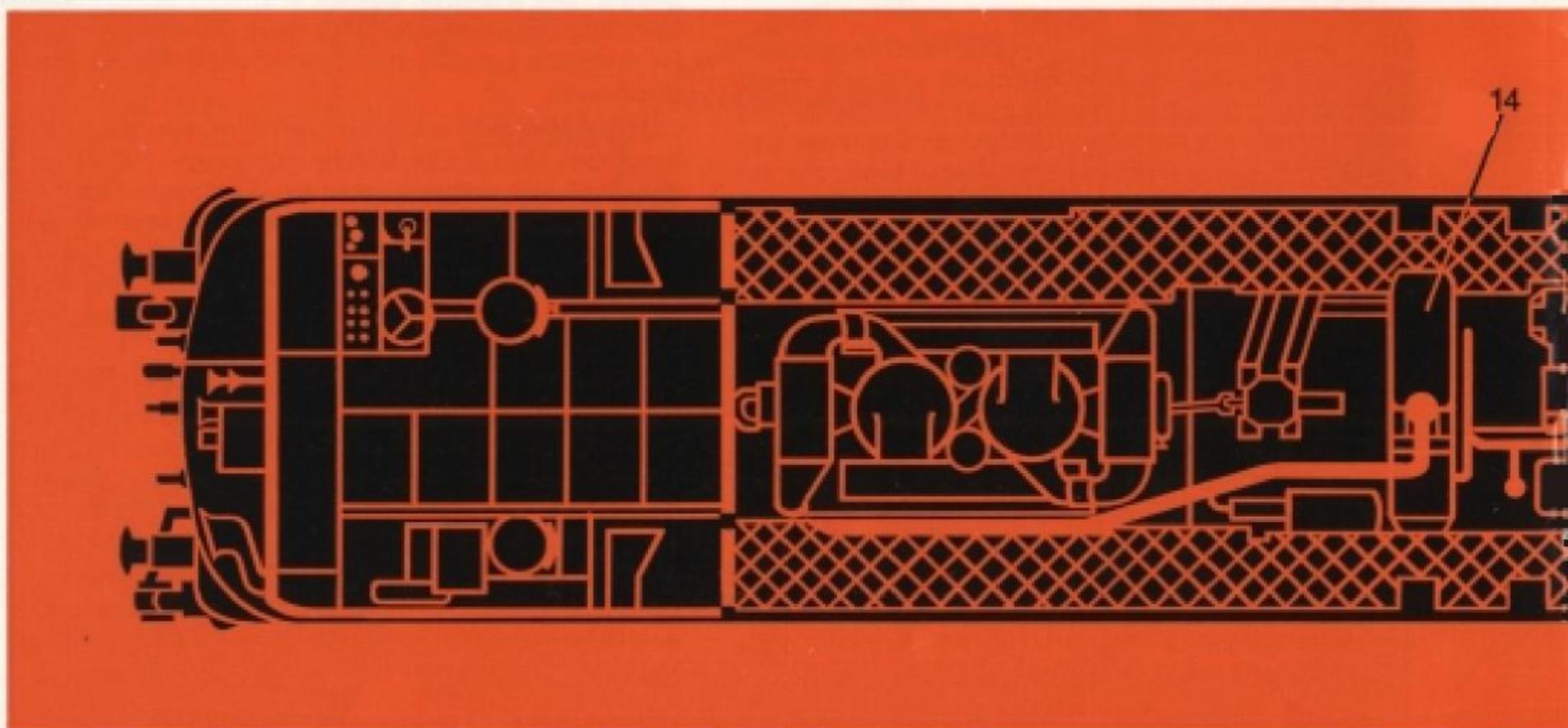
Zwischen Kühler und Getriebeöl-Wärmetauscher ist das Vorwärmgerät parallel geschaltet. Zwischen dessen Ein- und Austritt-Leitung befindet sich eine Rückschlagklappe, die einen rückläufigen Kreislauf verhindert. Damit vor der Motorkühlwasser-Pumpe kein Unterdruck entsteht, ist eine Ausgleichsleitung eingebaut. Der Klimator, der die Warmluft für die Scheibenklaranlage und zur Führerhaus-Beheizung abgibt, ist ebenfalls parallel zum Getriebeöl-Wärmetauscher geschaltet.

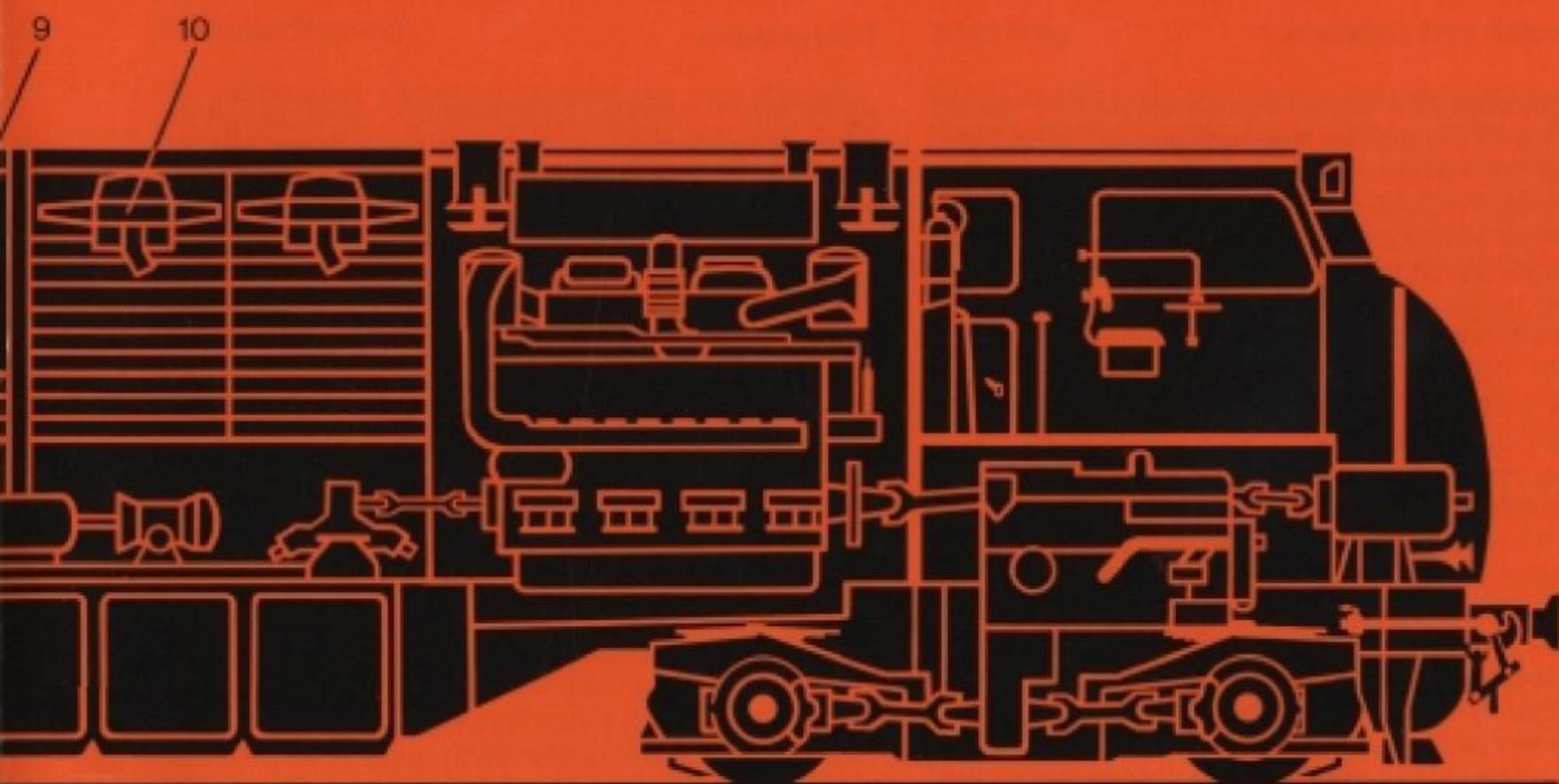
Die Kühlwasser-Temperatur wird in der Austrittsleitung vom Motor zum Kühler gemessen. In der gleichen Leitung befindet sich ein Temperaturwächter, der einen Kaltstart des Motors (Kühlwassertemperatur unter 40° C) verhindert. In der zweiten Leitung ist ein Thermostat eingebaut, der den Motor bei Über-temperatur (Ansprechpunkt 103° C) auf Leerlauf schaltet.

Die beiden Kühlwasser-Systeme arbeiten unabhängig von einander, sind jedoch durch ein Mischventil verbunden, das in den Nebenkreislauf am Austritt Ladeluftkühler eingebaut ist. Es öffnet sich bei Temperaturen unter 23° C und läßt kaltes Wasser vor der Motorkühlwasserpumpe in den Hauptkreislauf strömen. Auch die Ausgleichsleitungen der beiden Kreisläufe sind verbunden, um den Zulauf warmen Wassers in den Nebenkreislauf zu ermöglichen. Eine Rückschlagklappe verhindert den Rückstrom des Wassers.

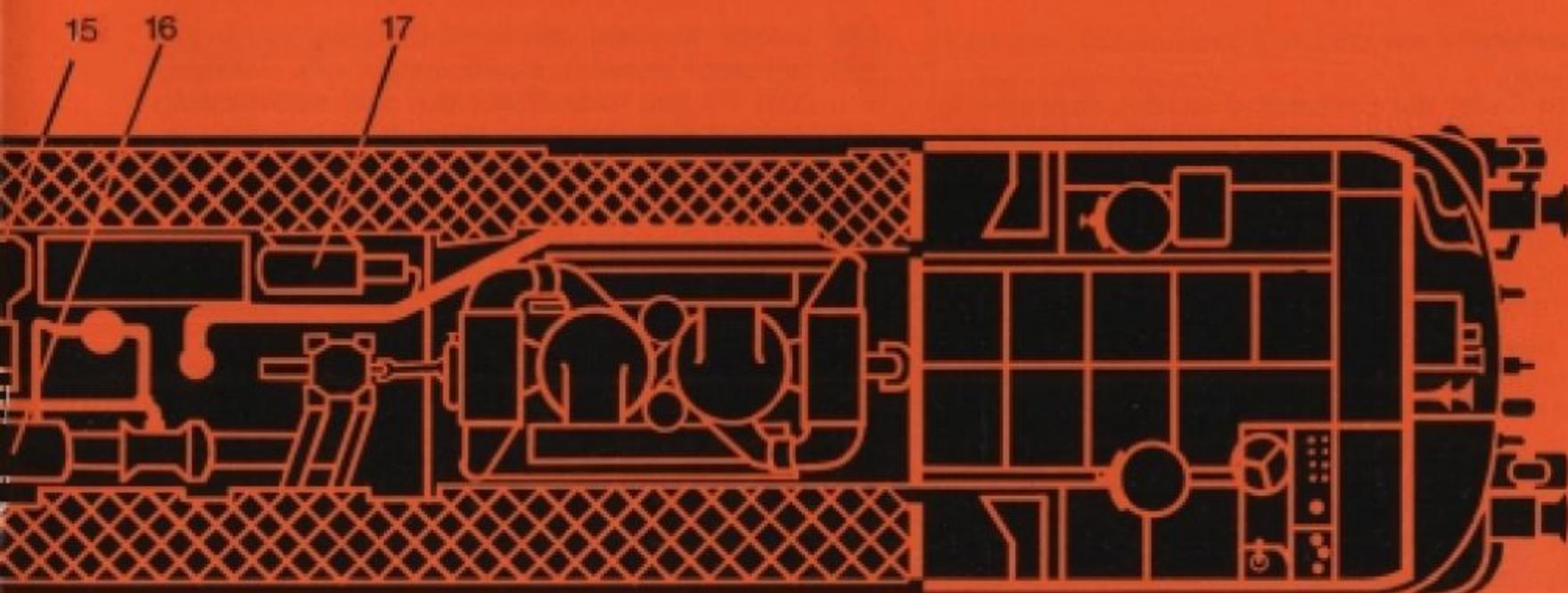


- | | | | |
|---|------------------------|----|--------------------------------|
| 1 | Lichtanlaßmaschine | 7 | Maschinenraumlüfter |
| 2 | Führtisch | 8 | Hilfsgetriebe mit Lüfterpumpen |
| 3 | Hydraulisches Getriebe | 9 | Kühler |
| 4 | Elastische Kupplung | 10 | Lüfter |
| 5 | Auspuffschalldämpfer | 11 | Kraftstoffbehälter |
| 6 | Dieselmotor | 12 | Gelenkwellen |





- 13 Achsttrieb
- 14 Große Vakuumpumpe für Zugbremse
- 15 Kompressor für Lokbremse
- 16 Kleine Vakuumpumpe für Zugbremse
- 17 Vorheizgerät



Drehgestell und Laufwerk

Eine geschweißte Blechträger-Konstruktion bildet den Rahmen der beiden innengelagerten Trieb-Drehgestelle. Je zwei der vier auskragenden Längsholme sind an ihren Enden durch einen eingeschweißten Kopfträger verbunden. An den Holmen sind die Achsblattfeder-Spannschrauben und die Bremshängeisen aufgehängt. Die Achsblattfedern sind im Achslenkergehäuse beweglich gelagert.

Die vier Treibradsätze werden mit je zwei Achslenkern geführt. Diese sind an einem Ende über Silentblocs querelastisch und verschleißfrei am Drehgestellrahmen angelenkt. Das andere Ende dient als Gehäuse für die innenliegenden Pendelrollenlager. Blechschutzkappen schützen die Labyrinthdichtungen an den Achslagerdeckeln gegen Spritzwasser.

Auf dem Mittelteil der Achswelle sitzt das Kegelarad-Achsgetriebe Maybach C 34/1 mit den angeschraubten Drehmoment-Stützblechen. An den Stirnflächen der Achswellen sitzen – jeweils am entsprechenden Radsatz – die Geber für Geschwindigkeitsmessung und -Registrierung und Sicherheitsfahrerschaltung.

Im offenen Innenraum des Drehgestellrahmens lagern in vier Federtöpfen Kegelfedern, deren Druckstempel mit Hartmangan-Platten armiert sind. Das Gegenstück bilden kugelige Hartmangan-Druckplatten, die an einem turmartig in das Drehgestell hineinragenden Bauteil des Brückenrahmens befestigt sind. Sie stehen den Druckstempeln am Drehgestell gegenüber. Bei seitlicher Auslenkung zwischen Drehgestell und Brücke bewirken sie die erforderliche Rückstellung.

Die Antriebs- und Bremskräfte werden in beiden Fahrtrichtungen über Hartmangan-Platten übertragen. An den Drehtürmen des Untergestelles haben sie Kugelflächen, während die Gegenstücke an den Drehgestellrahmen ebene Flächen haben.

Bremsanlage

Alle acht Räder der Lokomotive werden doppelseitig über Druckluftbremszylinder abgebremst. Die Abbremsung liegt über dem geforderten Wert von 80% des vollen Dienstgewichtes. Eine Vakuumbremse bremst den Wagenzug. Zwei elektrisch angetriebene Vakuumpumpen mit abgestufter Förderkapazität erzeugen das notwendige Vakuum.

Durch das Führerbremsventil der Vakuumbremse wird automatisch die indirekte Bremsung über ein Proportionalventil in der Vakuumschaltung ausgelöst. Ein Zusatzbremsventil auf jedem Führerstand, das mit der Vakuumbremse nicht in Verbindung steht, betätigt die direktwirkende Lokbremse. Weiterhin befindet sich in jedem Führerhaus eine Handrad-Bremsspindel, die auf das darunterliegende Drehgestell-Bremsgestänge wirkt und so zwei Achsen abbremsst.

Führerstand

Auch die Führerstand-Seitenwände sind schallisolierte Doppelwände. In den schrägen Seitenwänden befinden sich Schiebefenster mit Armstützen, an den Stirnseiten jeweils zwei ebene, feste Scheiben. Jeder Führerstand ist durch zwei Einstiegtüren zu erreichen, über denen sich ebenfalls feste Fenster befinden.

Jeweils auf der rechten Seite des Führerraumes ist der Führerstuhl fest eingebaut. Alle Geräte, Instrumente und Bedienungselemente sind hier übersichtlich angeordnet. Links vom Führertisch befindet sich jeweils ein Apparateschrank mit den elektrischen Geräten der Steuerungsüberwachung und den Meßinstrumenten.

Der gepolsterte Führersitz mit Rückenlehne ist in vier Richtungen verstellbar: nach oben und unten, und vorn und hinten. Der Begleitersitz ist fest eingebaut und mit einem Schreibpult ausgestattet. Im Führerhaus 1 sind außerdem ein Kleiderschrank, ein transportabler Werkzeugkasten und ein Gerätekasten eingebaut, im Führerhaus 2 das elektronische Schaltgerät der Sicherheitsfahrerschaltung.

Unter dem Führerhaus befindet sich das Getriebe. Der Fußboden besteht in diesem Bereich aus zehn herausnehmbaren Doppelklappen. Ihre gute Schallisolation dämpft die Getriebegeräusche zum Führerraum auf ein Minimum ab. Die Klappen liegen auf einem kreuzartig geschweißten Gerippe aus U-förmig gekanteten Längs- und Querspiegeln. Auch dieses Gerippe läßt sich herausnehmen, so daß das Getriebe leicht aus- und eingebaut werden kann.

Auch Bremsarmaturen, Bremsluftverdichter, Vakuumpumpen, Vorwärmgeräte und Hilfsantriebe für die Lüfterpumpen sind leicht zugänglich und durch Klappen aus- und einzubauen.

Dieselmotoren

Die beiden Maybach-Mercedes-Benz-Dieselmotoren (16 Zylinder, Viertakt) erbringen je eine Leistung von 2000 PS bei 1600 U/min. Sie sind auf V-förmig angestellten Schwingmetall-Elementen elastisch auf den Motorträgern gelagert. Zusätzlich sind 16 Stopper-Elemente eingebaut.

Die Verbrennungsluft für die Motoren wird von beiden Seiten des Maschinenraumes durch Mehrfachdüsen-Lüftungsgitter angesaugt. Dabei durchströmt sie je 4 x 2 hintereinander angeordnete Filter. Durch Luftschächte aus Leichtmetall und über Faltenbälge als Verbindung zwischen Luftschacht und Ansaugstutzen wird sie den Motoren zugeführt.

Die Abgase werden über Kompensatoren und Abgasschalldämpfer nach oben abgeführt. Zwei elektrisch angetriebene Lüfter blasen die Motorraumwärme ins Freie.

Die Motoren selbst können durch die Dachklappen ausgebaut werden.

Kraftübertragung

Die Verbindung zwischen Dieselmotor und Getriebe erfolgt über eine Schwingmetall-Kupplung und eine Gelenkwelle, die an den Antriebsflansch des Getriebes angeschlossen ist.

Das Getriebe enthält einen Hochgang und zwei Drehmomentwandler. Diese können mit dem mechanischen Nachschalt- und Wendegetriebe entweder über eine Übersetzungsstufe oder eine direkte Stufe verbunden werden. Weiterhin finden wir die Einrichtungen zur automatischen Steuerung der Fahrstufen, zur Ölversorgung der Wandler, zur Schmierung der Getriebeteile und für die Hilfsabtriebe.

Die vier Gänge werden automatisch eingesteuert, abhängig von Motordrehzahl und Fahrgeschwindigkeit. Bei den Wandlern erfolgt die Einsteuerung durch Füllen und Entleeren, bei den Gangzahnradern über Abweisklauen. Die Synchronisierung übernimmt die Bremskupplungsstufe.

Auch die Wendeschaltung wird über Abweisklauen in die gewünschte Fahrtrichtung umgelegt. Eine fahrtrichtungsabhängige Pumpe verhindert unbeabsichtigte Wendeschaltungen.

Der Kupplungskreislauf der dynamischen Einfachbremse befindet sich ebenfalls im Getriebegehäuse. Der Primärteil sitzt auf der Getriebehauptwelle, während der Sekundärteil fest mit dem Gehäuse verbunden ist.

Elektrische Einrichtungen und Steuerung

Das Bordnetz der Lokomotiven hat eine Spannung von 110 Volt. Gespeist wird es von den Licht-Anlaßmaschinen der beiden Maschinenanlagen. Alle Stromverbraucher-Überwachungs- und Steuerungselemente, elektrisch angetriebene Hilfsmaschinen, Beleuchtung – werden von hier aus mit Strom versorgt. Die Bleibatterien mit einer Kapazität von 300 Ah werden ebenfalls von diesen Maschinen aufgeladen.

Alle Steuerimpulse der Mehrfachsteuerung werden elektrisch übertragen. Durchgeführt werden sie teils pneumatisch, teils ölhydraulisch.

Zum Schutz der Maschinenanlagen sind folgende Sicherheitsmaßnahmen getroffen:

Automatisches Abstellen der Motoren

bei zu niedrigem Kühlwasserstand
bei zu niedrigem Schmieröldruck

Automatische Leerlaufschaltung

bei zu hoher Kühlwassertemperatur
bei zu hoher Getriebeöltemperatur

Anlaßsperre

bei zu niedrigem Schmieröldruck
bei zu geringer Kühlwassertemperatur

Sonstiges

Die Lokomotiven sind mit einem elektronischen Schleuderschutzgerät ausgerüstet. Diesem äußerst empfindlich ansprechenden und reagierenden Gerät kommt bei diesen Lokomotiven mit hoher Leistungsziffer – Verhältnis der installierten Leistung zum Reibungsgewicht – eine besonders große Bedeutung zu. Weiterhin ist eine Totmanneinrichtung eingebaut. Bei Ausfall des Lokomotivführers schaltet sie die Motorleistung automatisch ab und führt eine Notbremsung des Zuges durch. Ein gekoppeltes Registriergerät überwacht die Dienstbereitschaft des Lokomotivführers.

Hauptdaten

Achsfolge	B'B'
Spurweite	1668 mm
Zahl der Achsen	4
Länge über Puffer	20350 mm
Gesamtachsstand	16250 mm
Drehgestellachsstand	3200 mm
Größte Höhe	4267 mm
Größte Breite	3082 mm
Treibraddurchmesser (neu)	1016 mm
Kleinster befahrbarer Kurvenradius auf Hauptstrecken	250 m
auf Nebenstrecken	100 m
Gesamtgewicht (bei vollen Vorräten)	88 t
Leergewicht	79 t
Achslast (bei vollen Vorräten)	22 t
Kraftstoffmenge	5000 l
Motorleistung bei 1600 U/min	2x2000 PS
Größte Anfahrzugkraft am Radumfang	29000 kg
Größte Dauerkraft	26500 kg
Größte zulässige Geschwindigkeit	130 km/h



KRAUSS-MAFFEI MÜNCHEN

8000 MÜNCHEN 50 · KRAUSS-MAFFEI-STR. 2 · TEL. 8 89 91 · TELEX 05/23163