

Sonderdruck aus „EISENBAHNTECHNISCHE RUNDSCHAU“ Heft 7, 1956

Verlag: Carl Röhrig Verlag, Darmstadt

2000-PS-Deutz-dieselhydraulische Lokomotive

Von

Oberingenieur Georg Oestreicher, Köln

Überreicht durch:

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG · KÖLN

2000-PS-Deutz-dieselhydraulische Lokomotive

Von Oberingenieur Georg OESTREICHER, Köln.

Aufgabenstellung

Bei der Entwicklung der in Bild 1 dargestellten 2000-PS-Lokomotive mit dieselhydraulischem Antrieb waren zwei wesentliche Gesichtspunkte richtungweisend.

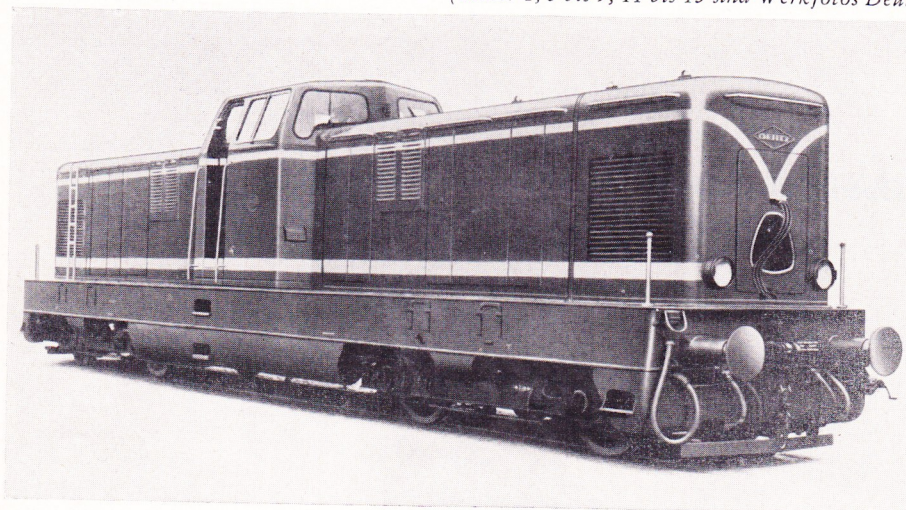
Von verschiedenen Eisenbahngesellschaften war wiederholt die Forderung gestellt worden, eine Lokomotive zu schaffen, die sowohl im Streckendienst als auch ge-

tragen. Bei der Beschaffung von Lokomotiven spielen neben der selbstverständlichen höchsten Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Preis, die Lieferzeit und der Ersatzteildienst eine bedeutende Rolle. Es ist also bei der Konstruktion Rücksicht darauf zu nehmen, daß die verwendeten Bauteile nicht nur für eine Lokomotivtype geschaffen werden, sondern im Bauprogramm des Her-

stellers immer wieder vorkommen, soweit die verschiedenen Typen das zulassen. Weiterhin spielen bei der Entwicklung die zulässigen Achsdrücke und die verschiedenen Spurweiten eine wesentliche Rolle. Diese Überlegungen zielten von vornherein auf die Herstellung von dieselhydraulischen Drehgestell-Lokomotiven in den Achsanordnungen B'B', A1A A1A und C'C' in den Spurweiten von 914 bis 1676 mm, unter möglichst vielseitiger Anwendung der dabei auftretenden Bauaggregate. Preis, Lieferfrist und Ersatzteildienst können dadurch günstig beeinflusst werden. Die

Bild 1: 2000-PS-Deutz-dieselhydraulische Lokomotive.

(Bilder 1, 3 bis 5, 11 bis 13 sind Werkfotos Deutz)



legentlich im schweren Rangierdienst verwendet werden kann. Zur Arbeiterleichterung für das Rangier- und Lokomotivpersonal war daher der Führerstand in der Mitte der Lokomotive anzuordnen und unter Einhaltung des Umgrenzungsprofils mit besten Sichtbedingungen nach allen Seiten auszustatten. Diese sind gewahrt durch niedere und schmale Vorbauten, möglichst dicht über den darunterliegenden Antriebsanlagen, und durch ein überhöhtes Führerhaus mit freiem Blick an den Vorbauten entlang zum Puffer und unmittelbar auf die Schienen sowie schräg über die Vorbauten hinweg auf die Strecke. Für das Fahrpersonal ist diese letzte Eigenschaft beim Befahren von Strecken mit mehr oder weniger häufigen unbeschränkten und auch beschränkten Bahnübergängen in der heutigen Zeit des erhöhten Straßenverkehrs eine unabdingbare Forderung. Bei den Werksfahrten der Lokomotive auf Neben- und Hauptbahnen hat sich erwiesen, daß die Sichtverhältnisse den oben gestellten Anforderungen entsprechen.

Der zweite Gesichtspunkt bei der Konstruktion der Lokomotive sollte sowohl dem Vorteil der Bahngesellschaften als auch dem des Lokomotivherstellers Rechnung

Leistungen dieser Lokomotiven betragen bei Verwendung von 8- und 12-Zylinder-Motoren (unaufgeladen und aufgeladen) 800, 1000, 1300, 1600 und 2000 PS. Die Führerstände können, was namentlich bei Langstrecken-Lokomotiven vorteilhaft ist, auch an den beiden Enden der Lokomotive angeordnet werden. Weiterhin ist es möglich, eine vollautomatische Heizdampfkesselanlage für die Beheizung von Reisezügen auf den Lokomotiven unterzubringen.

Selbstverständlich können unter Beibehaltung der oben dargelegten Konstruktionsgrundsätze auch Drehgestell-Lokomotiven mit hydraulischem Antrieb in den Leistungen zwischen 400 und 800 PS erstellt werden; sie gehören jedoch dann einer anderen Entwicklungsreihe an.

Die neue 2000-PS-Lokomotive

1. Technische Daten

Über die Abmessungen, Gewichte und Ausrüstung der Lokomotive geben nachfolgende Zahlen und das Bild 2 einen allgemeinen Überblick.

Leergewicht	71 t
Dienstgewicht	74 t
Spurweite	1435 mm
Achsanordnung	B'B'
Achsdruck	18,5 t
Länge über Puffer	17 200 mm
Drehgestell-Mittenabstand	10 400 mm
Drehgestellradstand	3 100 mm

Raddurchmesser	1 050 mm
Kleinster Krümmungshalbmesser	80 m
Antriebsmotoren	2×BT12M 625 Deutz
Antriebsleistung	2×1000 PS—750 U/min
Anfahrzugkraft	24 000 kg
Hydraulische Getriebe	2×L 306 r Voith
Brennstoff-Vorrat	3 000 l
Höchstgeschwindigkeit	120 km/h

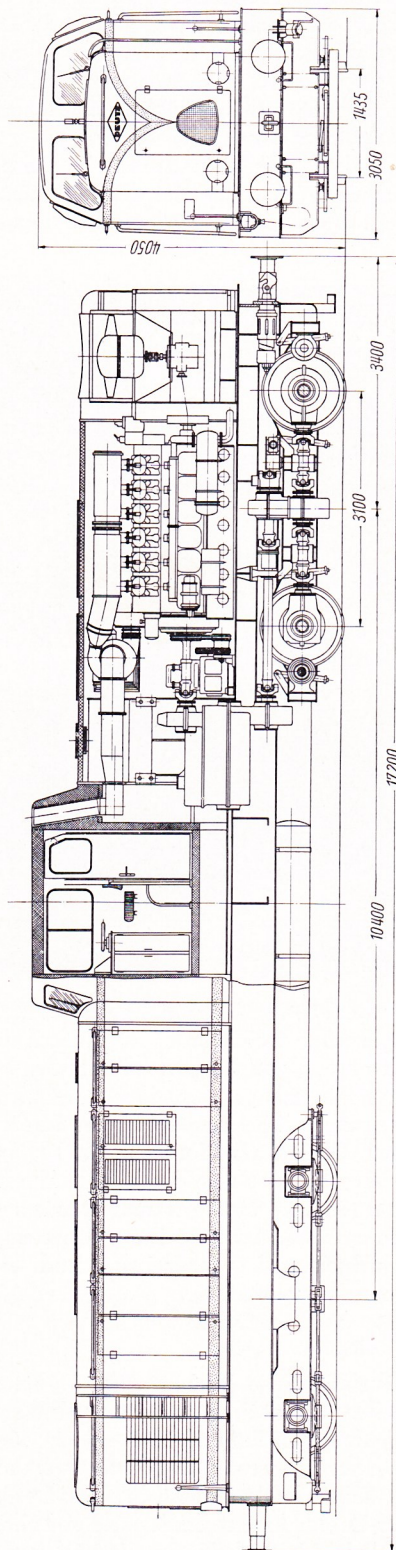


Bild 2: Außenansicht, Längs- und Querschnitt der Lokomotive.

2. Antriebsanordnung

Die beiden Triebwerke der Lokomotive arbeiten getrennt auf je eines der beiden Drehgestelle (Bild 3). Damit ist es bei geringerer Leistungsanforderung ohne weiteres möglich, die Lokomotive mit nur einem Triebwerk und einem Drehgestell anzutreiben und dabei Brennstoff zu sparen. Wie später noch näher erläutert wird, besitzen die hydraulischen Getriebe nur Drehmomentwandler; die Drehzahl der Achsen ist somit nicht von der Drehzahl des Motors abhängig. Daher brauchen beim Betrieb mit zwei Motoren deren Drehzahlen nicht unbedingt genau gleich zu sein.

Die Antriebsleistung wird dem Motor über eine Dämpfungskupplung, Bauart Deutz, abgenommen und mittels einer Gelenkwelle auf das hydraulische Getriebe, Bauart Voith L 306 r, übertragen. An die Schwungscheibe des Motors ist eine Keilriemenscheibe zum Antrieb des Bremsluftkompressors VV 250/70 angeflanscht. Vom gegenseitigen Ende der Motorkurbelwelle wird die Kühlergruppe angetrieben, die je einem Triebwerk zugeordnet ist. Im Voith-Getriebe L 306 r wird das Drehmoment in Abhängigkeit von der vom Motor eingebrachten Leistung und der Fahrgeschwindigkeit der Lokomotive gewandelt. Der Abtriebsflansch des Voith-Getriebes gibt das gewandelte Drehmoment über eine Zwischenwelle, die am Lokomotivrahmen noch einmal gelagert ist, an das im Drehgestell gelagerte Zwischengetriebe mit Deutz-Hohlwellenantrieb weiter. Dieser Hohlwellenantrieb vermeidet, wie in Absatz 6 näher erläutert wird, die Gelenkwellenfehler, die bei Kurvenfahrt des Drehgestelles und bei Federung des Lokomotivrahmens gegenüber dem Drehgestell auftreten können. An den Abtriebsflanschen des Zwischengetriebes verteilt sich die Antriebsleistung auf die beiden Achsgetriebe mit Bogenverzahnung und damit auf die Radsätze. Die Triebwerke werden im Zweifach- wie im Einfachbetrieb immer von dem der Fahrtrichtung zugeordneten Führerstand aus bedient.

3. Motoren

Die Antriebsmotoren der Type BT 12 M 625, die für die Lokomotive gewählt wurden (Bilder 4 und 5), arbeiten im einfach wirkenden Zweitakt und sind wassergekühlt. In zwei Reihen sind die stehenden Zylinder in V-Form unter einem Winkel von 90° angeordnet. Bei einer Aufladung von 25% leistet jeder der beiden Motoren 1000 PS bei 750 U/min. Die Zylinderbohrung hat einen Durchmesser von 200 mm, der Hub beträgt 250 mm. Die Baureihe TM 625 besitzt neben dem 12-Zylinder-Motor noch 4-, 6- und 8-Zylinder-Motoren mit den entsprechenden Leistungen. Diese Motoren werden in allen Deutz-Rangier- und Drehgestell-Lokomotiven in den Leistungsbereichen von 240 bis 1000 bzw. 2 × 1000 PS verwendet. Die für den Lokomotiv-Unterhaltungsdienst vorteilhafte Typisierung der einzelnen Bauteile für dieses wichtige Antriebsaggregat ist damit auch hier weit-

gehend erreicht. Die Tafel gibt Aufschluß über die Daten dieser interessanten Motorenbaureihe.

Tafel: Baureihe TM 625 der Deutz-Zweitaktmotoren.

		T4M 625	T6M 625	T8M 625	BT8M 625	T12M 625	BT12M 625
Zylinderzahl		4	6	8	8	12	12
Leistung	PS	240	400	530	650	800	1000
Drehzahl	U/min	700	750	750	750	750	750
Bohrung	mm	200	200	200	200	200	200
Hub	mm	250	250	250	250	250	250
Hubraum	Liter	31,4	47,1	62,8	62,8	94,2	94,2
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	m/s	5,8	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Mittlerer Effektivdruck	kg/cm ²	4,9	5,1	5,1	6,3	5,7	6,3
Kompressionsverhältnis		1: 15,35	1: 15,35	1: 15,35	1: 15,35	1: 15,35	1: 15,35
Kraftstoffverbrauch 1/1 Last	g/PS _h	165	165	165	165	165	165
"	3/4 "	165	165	165	165	165	165
"	1/2 "	170	170	170	170	170	170
Schmierölverbrauch	kg/h	0,5	0,8	1,2	1,4	1,6	2,1
Zahl der Grundlager		3	4	5	5	7	7
Starten		Alle Motoren werden elektrisch gestartet					

Die besonders robusten und im Aufbau einfachen Motoren der Zweitaktbaureihe TM 625 zeichnen sich durch sehr niedrigen Kraftstoffverbrauch aus. Die in der Tafel angegebenen Werte gelten mit einer Toleranz von 5 % für Dieselkraftstoff mit einem Heizwert von 10 000 kcal. Die Motoren werden durch je zwei elektrische Anlasser mit einer Einzelleistung von 15 PS bei 24 Volt Spannung gestartet.

Für den Lokomotivbetrieb ist der Zweitaktmotor durch seine eben genannten Eigenschaften sowie durch seine kleinen Außenabmessungen besonders vorteilhaft. Die letztgenannten gestatten bei Lokomotiven mit Mittelführerstand die Schutzkästen über der Antriebsanlage niedrig zu halten, so daß vom überhöhten Führerhaus aus nach allen Seiten beste Sichtmöglichkeiten vorhanden sind.

Die Motoren arbeiten mit Direkteinspritzung des Kraftstoffes und ventillosen Schnürle-Umkehrspülung. Das Gestell des Motors besteht aus einem einzigen, tief unter Mitte Kurbelwelle herabgezogenen, verwindungsfreien Stück, auf das die Zylinderköpfe einzeln aufgesetzt sind. An den Köpfen hängen spannungsfrei die gutgekühlten, leicht auswechselbaren Zylinderlaufbüchsen aus Spezialgußeisen erprobter Laufeigenschaft.

Die Arbeitskolben sind aus Leichtmetall und bequem aus- und einzubauen. Durch seitliche Fenster im Kurbelgehäuse ist das Triebwerk des Motors gut zugänglich. Der Ausbau der Lagerschalen ist nach Öffnen der Lagerdeckel ohne Entfernung der Kurbelwelle möglich. Die Motoren besitzen Zentraldruckölschmierung, mit der die Zylinder durch eine von der Einspritzpumpe aus angetriebene besondere Ölpumpe versorgt werden. In den Schmierölkreislauf des Motors wird eine elektrische Schmierölpumpe eingebaut und über einen Öldruckwächter dafür Sorge getragen, daß der Motor nicht gestartet werden kann, bevor der nötige Schmieröldruck im Ölkreislauf

vorhanden ist. Außerdem befindet sich im Schmierölkreislauf noch das zum einwandfreien Betrieb notwendige Schmierölfilter.

Spülgebläse (Turbogebläse), Einspritzpumpen, Regler, Kühlwasserpumpe und die 1000-Watt-Lichtmaschine sind mit der Kurbelwelle durch Rädertriebe verbunden.

Der Abgasturbolader ist ein eigenes Erzeugnis der Firma Deutz. Er ist mit besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse des Betriebes von Zweitakt-Diesel-Motoren konstruiert. Die Gleitlagerung der Welle in Verbindung mit einem eigenen Ölkreislauf im Gehäuse des Abgasturboladers ermöglicht es, ohne Auswechslung der Lager nach bestimmten Laufzeiten auszukommen. Die Luftkühlung aller wärmebeanspruchten Bauteile macht den Anschluß an den Kühlwasserkreislauf des Motors unnötig. Die gewählte Bauform der Radialturbine hat sich dank der niedrigen Schaufelzahlen und der damit verbundenen verhältnismäßig großen Kanäle als besonders unempfindlich gegen Verschmutzung gezeigt.

Der Motor selbst ruht auf einem besonderen Motortragrahmen, an dem je ein Wärmetauscher für das Motor- und Getriebeöl, das Webstogerät für die Vorheizung und Warmhaltung des Motors und der Kraftstoffbehälter für das Webstogerät befestigt sind. Alle notwendigen Leitungen für Kühlwasser, Öl, Steuerluft und elektrischen Strom werden an diesem Gesamttaggregat fest verlegt, das mit vier Schräggummilagern in der Lokomotive ruht. Auf

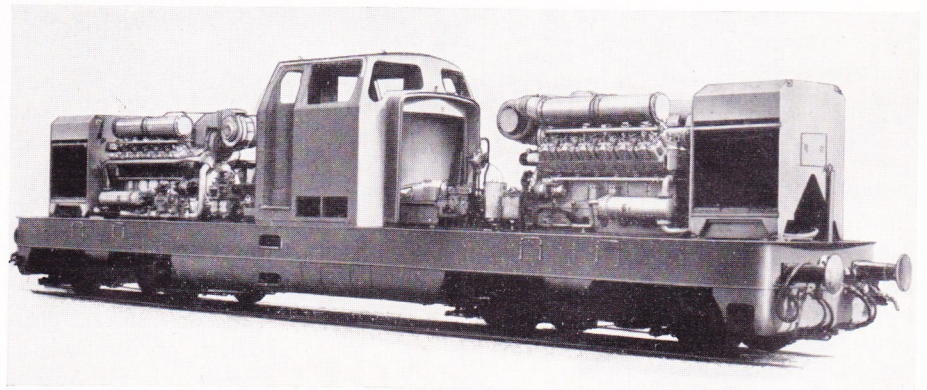


Bild 3: Lokomotive ohne Schutzkästen.

diese Weise werden etwaige Verwindungen des Rahmens und harte Rangierstöße vom Motor ferngehalten und zugleich eine Übertragung von Körperschall auf den Hauptrahmen und das Führerhaus vermieden. Geräuscharmer Betrieb ist eine wesentliche Forderung im Lokomotivdienst. Nach dem Einbau des Motors in die Lokomotive werden die Versorgungsleitungen durch Schlauchleitungen miteinander verbunden. Das gesamte Motoraggregat kann also außerhalb der Lokomotive zusammengebaut, bequem ausgewechselt und gegebenenfalls auch auf den Prüfstand genommen werden.

4. Hydraulisches Getriebe

Das Voith-Turbogetriebe L 306 r (Bild 6) besteht in seinen Hauptteilen aus drei Drehmomentwandlern, der vor- und nachgeschalteten Zahnradübersetzung, der Wendeschtaltung und der Steuerungseinrichtung einschließlich der Füllpumpe. Sein wichtigster und interessantester Teil ist der Föttinger-Drehmomentwandler, der vor allem von der Firma Voith in Heidenheim im Verlauf von Jahr-

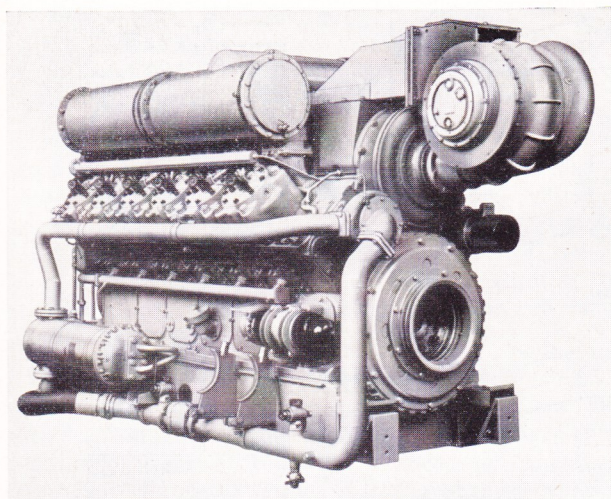


Bild 4: Dieselmotor BT12M 625.

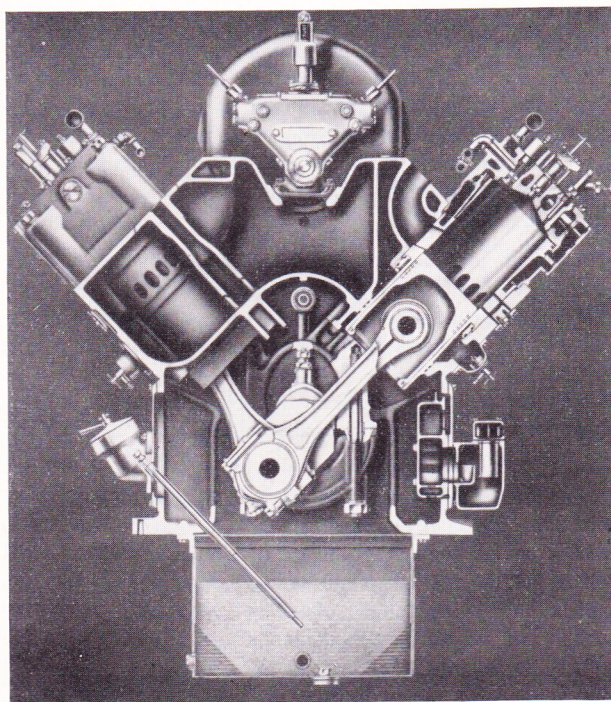


Bild 5: Querschnitt durch den Motor.

zehnten für Schienentriebfahrzeuge nutzbar gemacht wurde.

Ein Drehmomentwandler ist folgendermaßen aufgebaut:

Einer Kreiselpumpe (Bilder 7 und 8) wird in einem gemeinsamen Gehäuse unmittelbar eine Turbine nachgeschaltet, und sofort hinter ihr folgt ein feststehendes Leitrad. In dieses System wird nun eine Flüssigkeit (vorzüglich Hydrauliköl) eingefüllt. Die vom Motor angetriebene Kreiselpumpe beschleunigt die eingeschlossene Flüssigkeit, drückt sie gegen die Schaufeln der Turbine und durch den Leitapparat wieder zurück zur Pumpe. Die Flüssigkeitsmasse wird durch die Pumpe gegen die zunächst noch stillstehende Turbine getrieben (Bild 7 Mitte oben). Entsprechend dem Schaufelverlauf der Turbine, erhält die Flüssigkeit eine starke Umlenkung entgegen der Drehrichtung. Die Umfangskomponente der Geschwindigkeit

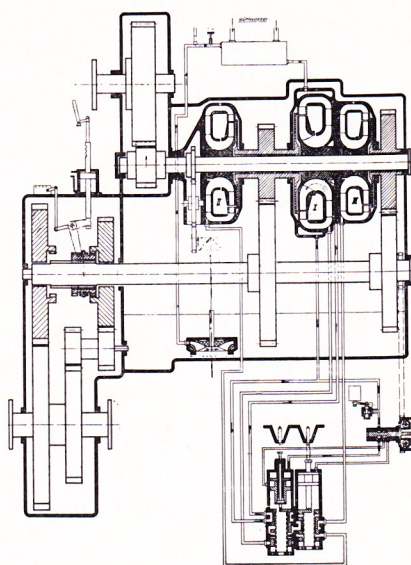


Bild 6: Schema des Voith-Turbogetriebes.

des Hydrauliköles wird dadurch stark verzögert, womit auf die Turbine ein Drehmoment ausgeübt wird. Durch entsprechende Ausbildung der Turbine ist eine mehrfache Steigerung des Drehmoments der Pumpe zu erreichen. Unter diesem Drehmoment wird sich nun das Pumpenrad zu drehen beginnen, wobei die Flüssigkeitsmasse von der Umfangsgeschwindigkeit der Turbine beeinflusst wird. Die Umlenkung der Flüssigkeit wird dadurch geringer und damit auch ihre Verzögerung, was eine entsprechende Wirkung auf das Drehmoment der Turbine hat. Es wird demnach bei immer mehr zunehmender Geschwindigkeit der Turbine ihr Drehmoment abnehmen, bis es bei Erreichen der Durchgangsdrehzahl zu Null wird. Die infolge der verschiedenen Drehzahlen stark wechselnden Austrittsrichtungen der Flüssigkeit aus der Turbine werden durch den Leitapparat aufgenommen und in gleichbleibender Richtung der Pumpe wieder zugeführt. Durch diese Umlenkung der Strömungsrichtungen wird auch im Leitapparat ein Drehmoment ausgeübt, das der Differenz zwischen den Drehmomenten von Pumpe und Turbine entspricht.

Die Drehmomentkurven in Bild 7 zeigen klar den Zusammenhang zwischen den Drehmomenten des treibenden und des getriebenen Teiles eines Drehmomentwandlers. Die Drehmomentkurve der Turbine hat etwa die Charakteristik eines Gleichstrom-Hauptstrom-Motors, bei der sich Drehzahl und Drehmoment der getriebenen Welle selbsttätig an den Fahrwiderstand anpassen.

Der Wirkungsgrad eines Wandlers liegt bei rund 89 %, der des vollständigen Turbogetriebes in den Scheitelpunkten bei etwa 83 %. Bei den hier verwendeten Drei-Wandler-Getrieben sind die Wandler so ausgelegt, daß über den gesamten Geschwindigkeitsbereich ein annähernd gleichguter Wirkungsgrad erzielt wird (Bild 9).

Der Aufbau des Voith-Turbogetriebes L 306 r ist in Bild 6 im Schema dargestellt. Über das Vorgelege am Eintritt werden die Kreiselpumpen der drei Wandler, die gemeinsam auf einer Welle sitzen, angetrieben. Die Übersetzung ins Schnelle ist gewählt, um entsprechend kleine Abmessungen für die Wandler zu bekommen. Gemäß den drei Wandlern hat das Getriebe drei Gänge. Der 1. Gang entspricht dem Antrieb durch Wandler I, dessen Turbine das Drehmoment weitergibt an die Zahnräder zwischen

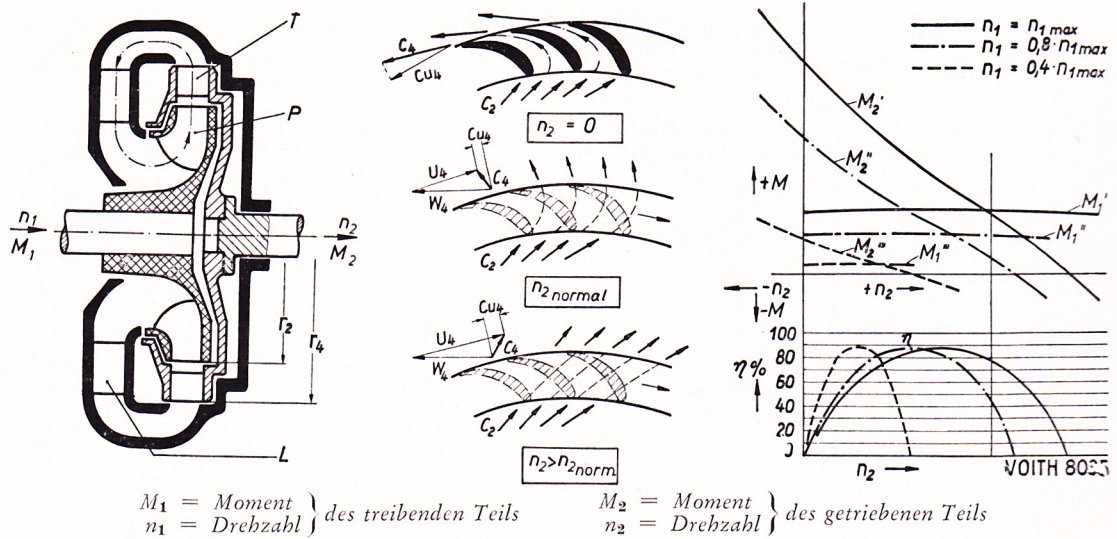


Bild 7: Drehmomentwandler

den Wandlern I und II. Der Wandler II ist in seiner hydraulischen Übersetzung von der des Wandlers I verschieden und kann daher sein Drehmoment an das gleiche Zahnradpaar weitergeben wie Wandler I. Damit ergibt sich der 2. Gang. Wandler III hat die gleiche hydraulische Übersetzung wie Wandler II. Das Übersetzungsverhältnis der nachgeschalteten Zahnräder ist jedoch verschieden von dem der Zahnräder bei den Wandlern I und II. Somit ergibt sich der 3. Gang. Die Gangschaltung erfolgt nun dadurch, daß über einen Fliehkraftregler geschwindigkeitsabhängig und über ein weiteres, im Bild nicht gezeigtes Schaltelement leistungsabhängig jeweils über die Hauptsteuerung (Bild 6 unten) jener Wandler mit Hydrauliköl gefüllt wird, der bei der gerade herrschenden Geschwindigkeit und Leistung den besten Wirkungsgrad abgibt. Die beiden anderen Kreisläufe sind dann entleert. Beim Umschalten von Gang 1 auf Gang 2 werden gleichzeitig Wandler I entleert und Wandler II gefüllt, und zwar kontinuierlich, so daß praktisch keine Zugkraftunterbrechung erfolgt. Die Ölförderung in die Kreisläufe erfolgt durch die sogenannte Füllpumpe. Bei der Gang-

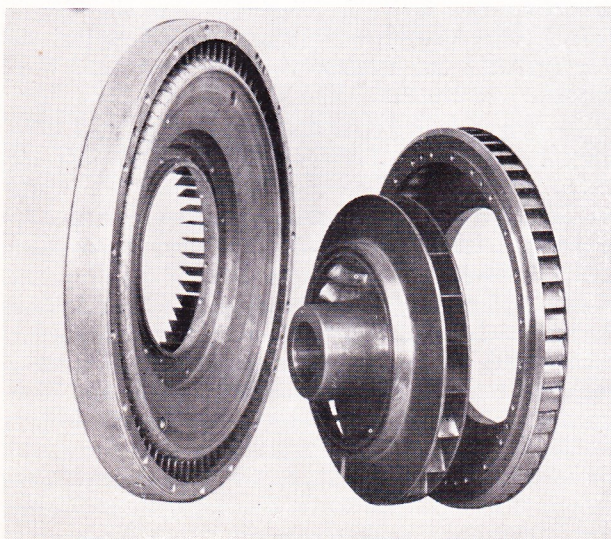
schaltung sind also keine Schaltklauen, Lamellenkupplungen, Freiläufe usw. erforderlich. Aus diesem Grunde entstehen auch keine Abnutzungen oder gar Beschädigungen von Antriebsteilen durch Fehlschaltungen. Hierin liegt, neben der oben schon dargelegten günstigen Drehmomentcharakteristik, eine besondere Stärke dieses hydraulischen Getriebes.

Um in beiden Richtungen fahren zu können, kann die Abtriebsvorgelegewelle mit der eigentlichen Abtriebswelle des Getriebes über ein Zahnradpaar mittels einer schaltbaren Doppelklauenkupplung wahlweise in direktem Eingriff oder über ein Zwischenrad verbunden werden. Eine sinnreiche Sperreinrichtung gestattet nur im Stillstand der Lokomotive eine Umschaltung von vorwärts auf rückwärts.

Die in den Kreisläufen des Getriebes auftretenden Verluste rufen eine Erwärmung des Hydrauliköles hervor. Zur Kühlung wird ein Teil dieses Öles dem bereits beim Motor erwähnten Wärmeaustauscher zugeführt und durch das Kühlwasser gekühlt, worauf es wieder in den Ölsumpf des Getriebes zurückfließt.

Um zu vermeiden, daß etwaige Verwindungen des Lokomotivrahmens sich auf das Getriebegehäuse übertragen, ist das Getriebe auf dem Lokomotivrahmen in drei Punkten gelagert.

Abb. 8: 1. Leitrad (links), 2. Pumpen- (Mitte) und 3. Turbinenrad (rechts) eines Drehmomentwandlers.



5. Kühlergruppe und Kühlwasserkreislauf

Bei der Antriebsanlage sind der Motor, das Motorschmieröl und das Getriebeöl zu kühlen. Bei genauer Überprüfung hat sich die Verwendung eines reinen Wasserkühlers als am zweckmäßigsten ergeben. Die notwendigen Elemente für die Wasserkühlung (Kühlerblöcke, Ventilator, Regelkupplung, Windleitbleche und Antriebs-einrichtung) wurden zu einer Kühlergruppe (Bild 10) vereinigt.

Der Kreislauf des Kühlwassers beginnt mit der Ansaugung des gekühlten Wassers aus der Kühlergruppe durch die am Motor befindliche Kühlwasserkreiselpumpe. Von dieser Pumpe aus wird das Kühlwasser durch den Wärmetauscher für das Motorschmieröl gedrückt, danach durch den Wärmetauscher für das Getriebeöl. Von hier

aus fließt es durch den Motor zurück in die Kühlergruppe. In die Zuführungsleitung zur Kühlwasserkreiselpumpe ist ein Webasto-Vorwärm- und -Warmhaltegerät für den Motor im Nebenschluß eingebaut.

Der Ventilator wird, wie schon erwähnt, mittels Gelenkwelle durch den Dieselmotor angetrieben. Um konstante Kühlwassertemperatur zu erhalten, ist zwischen der Antriebswelle und dem Lüfterrad eine regelbare Voith-Turbokupplung eingebaut; sie wird über einen Thermostaten mehr oder weniger gefüllt, womit das Lüfterrad entsprechend der Größe des Schlupfes in der Kupplung mit mehr oder weniger großer Drehzahl läuft.

Die Kühlergruppe ist auf dem Lokomotivrahmen mit Gummileisten aufgesetzt und kann nach Wegnahme des vorderen Schutzkastens und Lösen der Verbindungen zum Dieselmotor leicht abgenommen werden. Ein Schauglas an der Kühlergruppe zeigt den Wasserstand im Ausgleichbehälter an.

6. Zwischengetriebe

Wie aus Bild 2 ersichtlich, werden die Kräfte zu und von den einzelnen Triebwerksteilen durch Gelenkwellen übertragen. Diese sind im Maschinen- und Kraftwagenbau weitestgehend verwendet, stellten jedoch im Lokomotivbau, besonders bei der Übertragung von Leistungen bis 1000 PS je Triebwerk, vor nicht allzu langer Zeit eine Neuerung dar. Es war in der Tat auch eine Reihe von Erfahrungen über das Verhalten der Gelenkwellen im Eisenbahnbetrieb zu sammeln.

Neben den Verspannungen zwischen den beiden über die Gelenkwellen gekuppelten Achsen können Gelenkwellenfehler infolge verschieden großer Raddurchmesser auftreten. Die verschiedenen Raddurchmesser mehrerer gekuppelter Radsätze sind ein altes Problem der Dampflokomotive, deren Antriebsstangen mit dieser ungleichen Kinematik fertig geworden sind. Umfangreiche Messungen¹⁾ und mehrjährige Erfahrungen bei der Deutschen Bundesbahn lassen es als erwiesen gelten, daß bei ausreichender Dimensionierung die Gelenkwelle im Eisenbahnbetrieb auch für den Antrieb gekuppelter Achsen Verwendung finden kann. Das Problem des vom Dieselmotor herrührenden ungleichförmigen Drehmomentes ist kein speziell eisenbahntechnisches, sondern ein allgemeines; mit Hilfe entsprechender Dämpfungskupplungen ist es zu lösen.

Bei Bewegung des Drehgestelles gegenüber dem Lokomotivrahmen bei Kurvenfahrt und bei Federung können, wie schon oben erwähnt, Gelenkwellenfehler auftreten. Die Kinematik der Gelenkwelle²⁾ erfordert eine ganz bestimmte Anordnung, die im Lokomotivbau nicht immer ohne weiteres zu verwirklichen ist. Es sind Lokomotiven im Dienst, deren Gelenkwellen während des Betriebes mit Fehlern behaftet sind und die zum Teil trotz der auftretenden Drehschwingungen beachtliche Laufleistungen hinter sich haben. Im allgemeinen spricht das für die Verwendung von Gelenkwellen in den Lokomotiven. Um aber in den Triebwerksteilen erhöhte Beanspruchungen zu vermeiden und ihre Lebensdauer heraufzusetzen, ist es vorteilhaft, der Kinematik der Gelenkwelle gerecht zu werden. Dies gilt besonders dann, wenn die Gesamtkonzeption der Lokomotive diese Lösung mit verhältnismäßig geringem Mehraufwand gestattet.

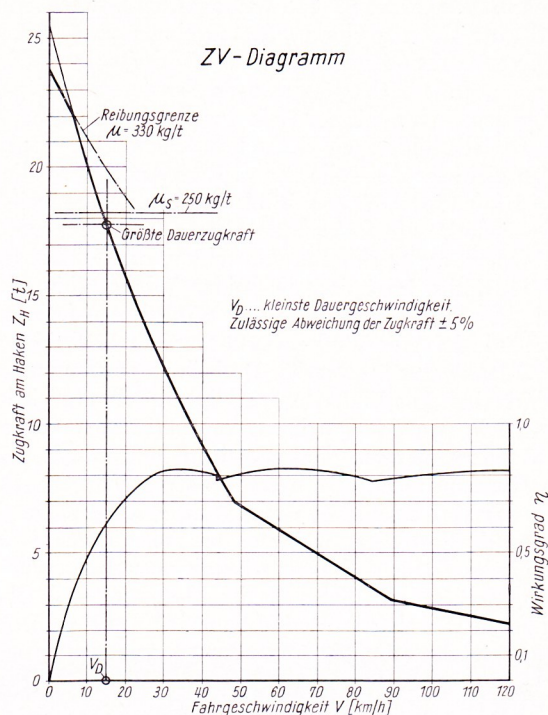


Bild 9: Zugkraft- und Wirkungsgradkurve der Lokomotive.

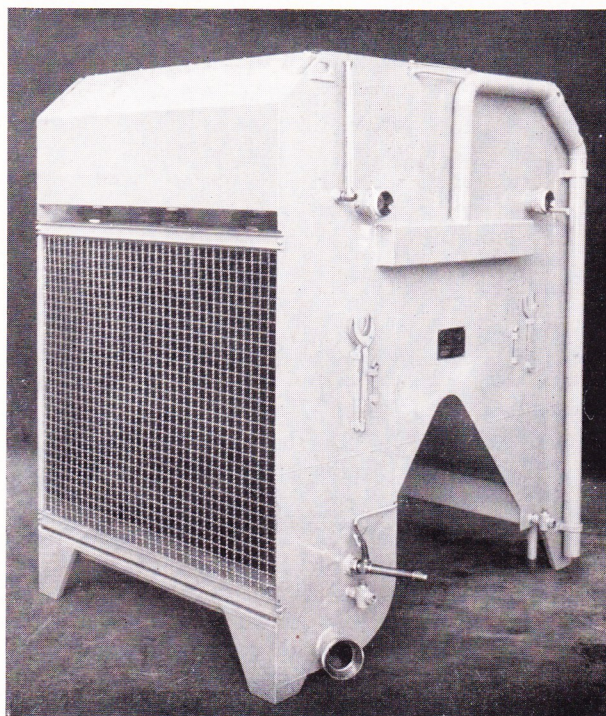


Bild 10 Kühlergruppe. (Werkfoto Voith)

An einigen Gelenkwellenanordnungen lassen sich die Einzelheiten näher erläutern. Dafür ist zunächst in Bild 11a eine Antriebsanordnung im Aufriß gezeigt, bei der das hydraulische Getriebe 1 und das Zwischengetriebe 2 fest im Lokomotivrahmen gelagert sind. Das im Drehgestell

1) Gössl, Einbau, Beanspruchung und Versuchsergebnisse von Gelenkwellenantrieben in Lokomotiven und Triebwagen. ETR 1954, Heft 10, Seiten 428 bis 430.

2) Wieland, Kardanfehler bei Kreuzgelenk und Gelenkwelle und Mittel zu ihrer Beeinflussung. Glasers Annalen 1956, Heft 1, Seiten 19 bis 24.

gelagerte Achsgetriebe 3 und das Zwischengetriebe 2 sind durch eine Gelenkwelle in der sogenannten M-Anordnung verbunden. Auf der rechten Bildseite ist klar zu erkennen, daß die Verlängerungen der zu verbindenden Wellen gemeinsam mit der Gelenkwelle ein gleichschenkeliges Dreieck bilden mit den daraus notwendig resultierenden gleich großen Winkeln α . Eine Anordnung dieser Art ist zunächst frei von Winkelfehlern. Wenn bei der Fahrt jedoch der Lokomotivrahmen zum Drehgestell durchfedert, ergibt sich eine Einstellung der Winkel nach Bild 11a links. Hier sind die beiden Winkel nicht mehr gleich. Es ergibt sich ein größerer Winkel α und ein entsprechend kleinerer Winkel β , woraus mit Rücksicht auf die Gelenkwelkenematik Drehschwingungen unvermeidlich sind. Die Einstellung im linken Bild muß jedoch nicht allein von der Durchfederung herrühren; sie kann schon auftreten, wenn die Federeinstellung zwischen Lokomotivrahmen und Drehgestell nicht genau ist, d. h. wenn das Maß b (Bild 11a rechts) nicht stimmt. Da sich namentlich Blattfedern während der Fahrt setzen, ist oft eine Nachstellung und Überprüfung notwendig, und es hängt sehr von der Sorgfalt des Montage- und Überwachungspersonals ab, ob die Lokomotive mit mehr oder weniger großen Winkelfehlern Dienst tut.

Diese Fehlerquelle wird dadurch vermieden, daß die Gelenkwelkenanordnung nicht in M-Form, sondern, wie in Bild 11b gezeigt, in Z-Form gewählt wird. Die beiden zu verbindenden Wellen liegen parallel zueinander. Bei Durchfederung oder bei ungenauer Federeinstellung oder auch durch Änderung der Höhenlage des Lokomotivrahmens durch Verminderung der Verbrauchslasten werden die Winkel α je gleichmäßig größer bzw. kleiner, womit keine Winkelfehler (im Aufriß gesehen) auftreten können.

Bei der Fahrt in der Kurve bzw. Auschlag des Drehgestelles ergeben sich jedoch, wie Bild 11c rechts zeigt, abermals Winkelfehler, da das Zwischengetriebe im Hauptrahmen gelagert ist. Der Winkel α ist größer als der Winkel β , und zwar um den Restwinkel γ , welcher den Winkelfehler ausmacht. Diesem Nachteil kann man dadurch begegnen, daß man das Zwischengetriebe fest in das Drehgestell einbaut. Damit sind dann bei Z-Anordnung der Gelenkwelken im Aufriß (oder auch im Grundriß) und bei fester Lagerung des Zwischengetriebes im Drehgestell die Winkelfehler in den Gelenkwelken zwischen den Achsgetrieben und dem Zwischengetriebe beseitigt.

Nun bleibt noch die Gelenkwelle 4 vom Abtrieb des Voith-Flüssigkeitsgetriebes zum Antrieb des Zwischengetriebes (Bilder 11a und d) zu untersuchen. Wird der Antrieb des Zwischengetriebes in der üblichen Weise ausgeführt (Bild 11d), so ergibt sich wegen der festen Anordnung des Zwischengetriebes im Drehgestell bei Kurvenfahrt erneut ein Winkelfehler in der Gelenkwelle 4. Auch hier bildet sich, wie leicht zu erkennen, ein Differenzwinkel γ aus. Um noch diesen letzten Fehler zu beseitigen, wurde der Deutz-Hohlwellenantrieb entwickelt, dessen Prinzip in Bild 12 dargestellt ist. Die Auswirkung dieser Anordnung ist niedergelegt in Bild 11e. Dadurch, daß die Gelenkpunkte der durchtreibenden, in der Hohlwelle liegenden Gelenkwelle von der Mitte des Drehgestells gleich weit entfernt sind, bildet sich bei Kurvenfahrt eine M-Anordnung aus mit den beiden gleich großen Winkeln α . Entsprechend der Größe des Drehgestellausschlages vergrößern oder verkleinern sich die beiden Winkel α gleichmäßig.

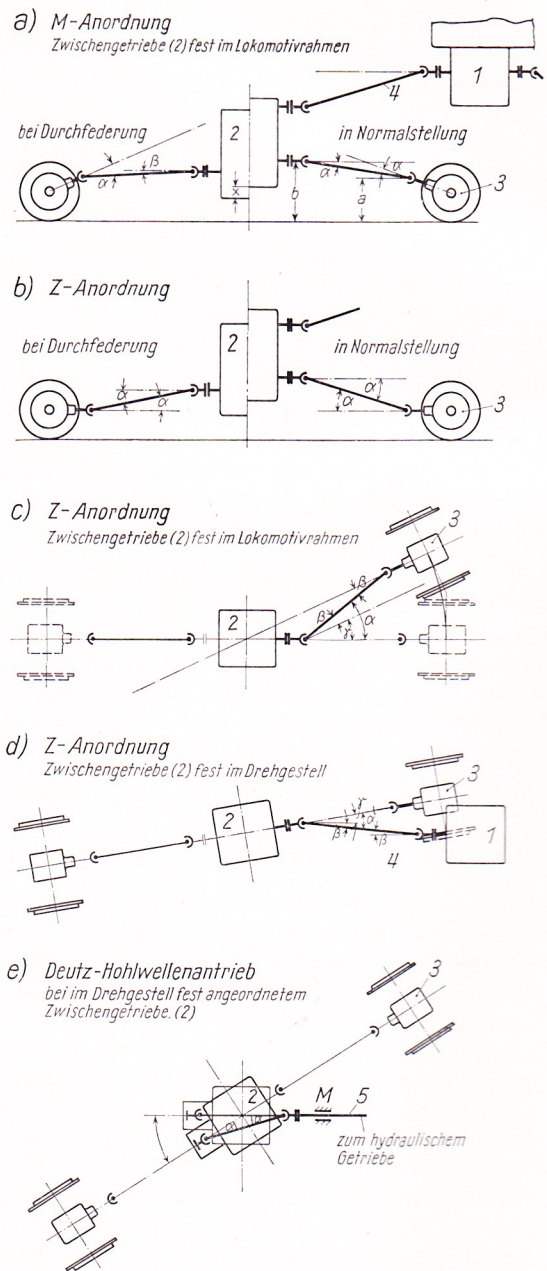


Bild 11: Anordnung von Gelenkwelken.

Die Zwischenwelle 5 zum Abtrieb Voith-Getriebe und Antrieb Zwischengetriebe wird im Punkt M, Bild 11e, zwischengelagert, wie früher schon bemerkt wurde und wie auch aus Bild 2 im Schnitt zu ersehen ist. Damit ist auch dieser letzte Gelenkwelken- oder Winkelfehler beseitigt. Bild 13 zeigt das ausgeführte Zwischengetriebe mit Hohlwellenantrieb. Die Stirnzahnräder in diesem Getriebe sind schräg verzahnt.

Durch Auswechslung der Zahnradübersetzung im Zwischengetriebe kann die Endgeschwindigkeit bei verschiedenen Lokomotiven variiert werden. Dies wird bei Bahngesellschaften mit großem Lokomotivpark für die verschiedensten Dienste von Interesse sein.

7. Drehgestelle

Die Drehgestelle von Lokomotiven sind erfahrungsgemäß ein hochbeanspruchtes Bauteil; das gilt besonders

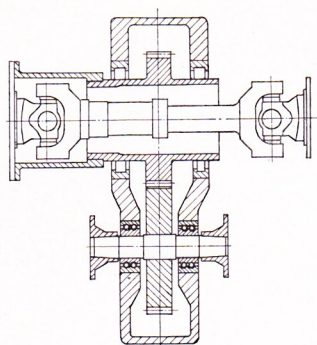


Bild 12: Schema des Deutz-Hohlwellenantriebes.

für die mittleren und hohen Geschwindigkeiten. Aus diesem Grunde wurde der Gesamtaufbau des Drehgestelles (Bild 14), vor allem aber dem Drehgestellrahmen, ein besonderes Augenmerk zugewendet. Die Längs- und Querträger sowie die Gurtbleche des in geschweißter Stahlblechkonstruktion ausgeführten Rahmens bestehen aus 8 und 10 mm dicken Blechen in SM-Güte, die in Kastenform zusammengeschweißt sind. Auf diese Weise läßt sich eine sehr steife und hoch beanspruchbare, verhältnismäßig leichte Bauweise erreichen, die durch günstige Auswahl der Art und Anbringung der Schweißnähte auch einfach und wirtschaftlich ist.

Der komplette Radsatz hat Außenlagerung. Er besteht aus Achswelle, Kegelradachsgetriebe mit Drehmomentstütze, den beiden Radscheiben und den Rollenachslagern. Die Achslagergleitführungen im Drehgestellrahmen sind normaler Bauart und mit Hartmanganstahlplatten versehen. Auf den Achslagern sitzen die Blattfedern zur Abfederung des Drehgestellrahmens gegenüber dem Radsatz.

Die Drehmomentstützen sind über Gummischeiben mit einem Durchmesser von 270 mm am Drehgestellrahmen gelagert. Gummiqualität und Federkonstante dieser Scheiben wurden so ausgewählt und dimensioniert, daß auftretende Stoßbeanspruchungen, die sich auf das Triebwerk übertragen, weitestgehend gedämpft werden. Zusammen mit dem kardanfehlerfreien Antrieb gewährleisten diese Stützen einwandfreien Betrieb und lange Lebensdauer der Triebwerke.

Das Zwischengetriebe mit Deutz-Hohlwellenantrieb ist genau auf der Mitte des Drehgestells angeordnet und mit diesem durch zwei Träger fest verbunden. In einem der zwei Mittelquerträger jedes Drehgestelles sind zwei Stahlgußbüchsen eingeschweißt; sie nehmen mit konischen Bohrungen ein Lenkhebelsystem auf, das den Ersatz für den realen Drehzapfen darstellt (ideeller Drehzapfen). Für jedes Drehgestell wird ein Lenkhebelsystem am Lokomotivrahmen (Bild 15) befestigt. Die konische Ausführung der Zapfen am Lenkhebel und die konischen Bohrungen am Drehgestell erleichtern den Zusammen- und Auseinanderbau von Lokomotivrahmen und Drehgestell. Zugleich ist ein fester Sitz der Zapfen während des Betriebes gewährleistet. Die beiden Lenkhebelsysteme sind so angeordnet, daß durch sie die Zugkräfte übertragen werden. Damit das Lenkhebelsystem allen gegenseitigen Bewegungen von Drehgestell und Lokomotivrahmen stattgeben kann, wurden in die Gelenke des Hebelsystems Silent-

blocks eingebaut, die sowohl auf Verdrehung der Innenbüchse zur Außenbüchse als auch kardanisch beansprucht werden. Die bombierte Ausführung der Silentblocks in Innenbüchse und Gummi läßt Ausschlagwinkel bis zu 6° zu. Der Höchstausschlag während des Betriebes beträgt etwa 3° . Durch die Silentblocks wird eine weiche Anlenkung des Drehgestelles an den Lokomotivrahmen erreicht; überdies ist das gesamte Hebelsystem wartungs-, spiel- und verschleißfrei. Die seitliche Führung der Drehgestelle übernehmen an den äußeren Drehgestellwangen auf Mitte Drehgestell angebrachte Führungsstücke, deren Gegenstücke in einer entsprechenden Lagerung am Lokomotivrahmen ruhen. Die Führungsstücke tragen Hartmanganplatten, die am Drehgestell kugelig und am Lokomotivrahmen zylindrisch ausgebildet sind. Damit können sich auch hier Drehgestell und Lokomotivrahmen frei gegeneinander bewegen. Hinter die Führungsstücke am Lokomotivrahmen wurden zur Dämpfung der seitlichen

Bild 13: Zwischengetriebe mit Hohlwelle.

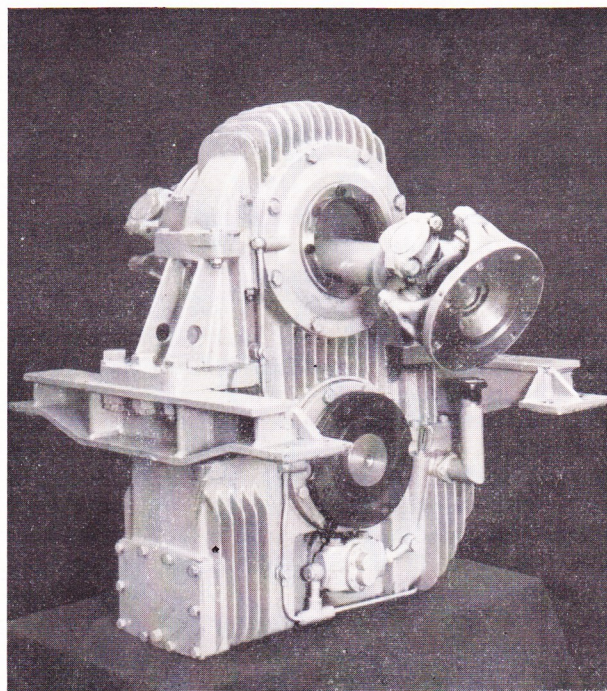
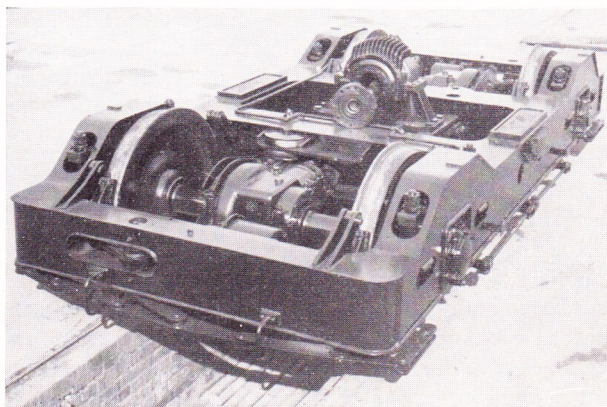


Bild 14: Drehgestell.



Stöße Gummiplatten gelegt. Die Manganhartplatten der Führungsstücke bedürfen keiner Schmierung.

In der Mitte des kastenförmigen Längsträgers der Drehgestelle sind Lagerplatten angebracht zur Aufnahme der Schraubenfedern für die Abstützung des Lokomotivrahmens auf die Drehgestelle. Die Gleitsteine der Federstützen sind aus Rotguß und laufen im Grafitölbäd. Für staubdichte Abdeckung des Ölbadest ist Sorge getragen.

Die Federbasis der Schraubenfedern und der Blattfedern des Radsatzes beträgt 2000 mm. Bei den Blattfedern wurde eine spezifische Federkonstante von 0,5 mm/t und bei den Schraubenfedern eine solche von 1,3 mm/t gewählt. Diese Gesamtfederkonstante von 1,8 mm/t, vereinigt mit der 2000-mm-Federbasis, ergab bei den Werksfahrten gleichmäßig sehr gute Laufruhe von niedriger Geschwindigkeit bis zu der Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h. Der ideelle Drehzapfen mit seinen bereits besprochenen Silentblocks darf dabei mit seiner dämpfenden Wirkung nicht unerwähnt bleiben.

Die Drehgestelle werden durch Klotzbremsen abgebremst. Auf jedes Rad wirken zwei Bremsklötze. Jede Achse hat ein für sich unabhängiges Bremsgestänge mit einem Bremszylinder. Außenlage des Gestänges erleichtert seine Nachstellung und zugleich den Zugang zu den Achs- und Zwischengetrieben. Die Übersetzungshebel sind zur Erreichung eines guten Gestängewirkungsgrades und zur Ermöglichung weitreichender Übersetzung zwischen 5 und 8 genügend lang ausgeführt. An das Bremsgestänge ist ein Anschluß für das Handbremsgestänge angebracht, das die innenliegende Achse je eines Drehgestelles erfaßt, so daß durch die Handbremse insgesamt zwei Achsen abgebremst werden.

8. Lokomotivrahmen

Der Lokomotivrahmen trägt die Motoren, die hydraulischen Getriebe, die Kühlergruppen, das Führerhaus, die Schutzkästen über den Antriebsanlagen und noch einige Hilfsmaschinen. Der daraus entstehenden erheblichen Gewichtsbeanspruchung war bei der Ausbildung des Rahmens Rechnung zu tragen. Es wurde wie beim Drehgestell geschweißte Stahlblechkonstruktion in Kastenbauform angewendet, um hohe Festigkeit und Steifheit bei geringstem Material- und Gewichts Aufwand zu erzielen. Die Außenbegrenzung des Rahmens bildet ein geschlossener Kasten. Der Zwischenraum wurde zur Aufnahme der Maschinenanlage mit Längs- und Querträgern ausgesteift. Die Pufferbohlen sind in die umlaufende Kastenkonstruktion einbezogen und zur Aufnahme der Zug- und Stoßvorrichtung verstärkt. Die durchlaufenden Längsträger wurden im Bereich des Zughakens und der Puffer so verstrebt, daß sie die Zug- und Stoßkräfte einwandfrei aufnehmen

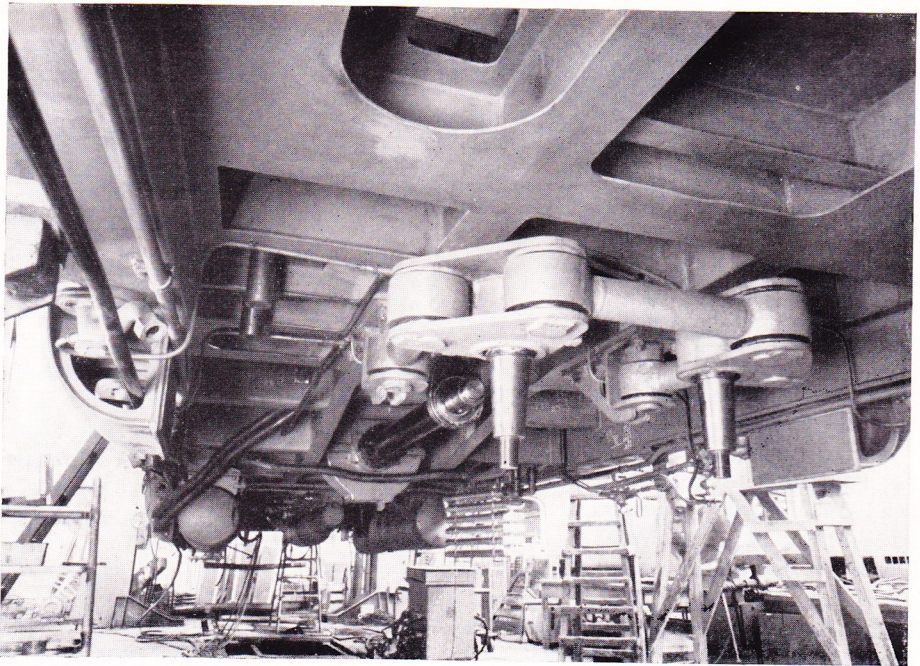


Bild 15: Lenkhebel (ideeller Drehzapfen).

können. Soweit es zugänglich war, wurden die Querträger aus abgekanteten Blechen erstellt, um mit einem Minimum an Schweißnähten auszukommen. Der einfache und übersichtliche Aufbau des Rahmens ergibt gute Reinigungsmöglichkeit; diese sollte bei Schienenfahrzeugen nicht übersehen werden, da Öl- und Kraftstoffnebel, mit Brems- und Fahrstaub vermischt, leicht Brände hervorrufen können.

9. Führerhaus

In dem in der Mitte der Lokomotive angeordneten Führerhaus befindet sich jeweils ein Führertisch. Die gegenseitig diagonale Aufstellung der Tische hat sich bei Lokomotiven, die im kombinierten Strecken- und Rangierdienst eingesetzt sind, als sehr zweckmäßig erwiesen. Die zum Fahrdienst notwendigen Bedienungsgeräte (Bild 16), wie Fahrventil mit Vorwärts-Rückwärts-Schaltung, Führerbremsventil, Zusatzbremsventil, Anlaßschalter für Motorenanlage 1 u. 2, Geschwindigkeitsmesser, Bremsluftmanometer, Beleuchtungsschalter, Überwachungskennlampen usw. sind übersichtlich und zur Bedienung bequem erreichbar angeordnet. Es wurden vor allen Dingen die beiden Führerventile mit Vorwärts- und Rückwärtsschaltung mechanisch miteinander verbunden. Dadurch ist nur auf dem Führertisch 1 ein Vollfahrventil notwendig, während der Führertisch 2 ein Blindventil besitzt. Diese Einrichtung gestattet, auch während der Fahrt notwendigenfalls von einem Führertisch auf den anderen überzuwechseln, ohne am Fahr- und Betriebszustand der Lokomotive zuvor etwas ändern zu müssen. Alle anderen Geräte sind auf jedem Führertisch, also doppelt vorhanden. Die Motoren können von jedem Führertisch aus während der Fahrt zu- und abgeschaltet werden.

Das hochgezogene Führerhaus ist in seinem oberen Teil, soweit es die Vorbauten überragt, nach allen Seiten mit großen Fenstern versehen, die einwandfreie Sicht gewährleisten. Entlang den Vorbauten können die Puffer und

die Schienen eingesehen werden, während über die Vorbauten hinweg die Strecke freiliegt. Die Seitenfenster neben dem Lokomotivführerstand sind aufschiebbar. Windschutzscheiben sorgen bei Hinauslehnen während der Fahrt für einwandfreie unbehinderte Sicht. Die fest eingebauten Stirnfenster besitzen Scheibenwischer und Warmluftdüse zur Scheibenentfrostung. Die außerhalb des Führerhauses angesaugte Frischluft hierzu erhält ihre Erwärmung durch einen Wärmetauscher, der vom Motorkühlwasser durchflossen ist. Fußheizungen an den Führertischen, die ihre Warmluft auf die gleiche Weise wie die Scheibenentfrostungsdüse erhalten, versorgen zusammen mit diesen das Führerhaus immer mit temperierter Frischluft. Im Sommer kann der Wärmetauscher durch ein Ventil abgeschaltet werden.

Die Aufstiege zum Führerhaus liegen außerhalb, so daß der Fußboden innerhalb des Hauses völlig eben ist. Die Sitzeinrichtung ist so ausgestattet, daß das Fahrpersonal bei Streckenfahrten größte Bequemlichkeiten hat. Beim Rangierdienst kann der Führersitz nach der Seitenwand des Führerhauses abgeklappt werden, um einwandfreie Stehmöglichkeit zu bekommen.

Die durch einen U-Rahmen gebildeten Trennwände zwischen Führerhaus und Maschinenraum haben eine Stärke von 100 mm. Nach dem Maschinenraum ist der Rahmen mit einer 2 mm starken Blechwand abgedeckt, während er nach dem Führerhaus eine Wand aus 1 1/2 mm starken Aluminiumlochblechen trägt. Der Zwischenraum ist mit Silan-Steinwolle ausgefüllt. Ebenso ist der Führerhausfußboden ausgebildet. Die Seitenwände und das Dach des Führerhauses sind auf gleiche Weise aufgebaut, jedoch nur in einer Stärke von 60 mm. Durch diese Schalldämm-Maßnahmen nach den Außenseiten des Führerhauses und die Schallschluckmaßnahmen nach dessen Innenseite wird der Geräuschpegel innerhalb des Führerhauses auf ein Minimum herabgedrückt. Außerdem sitzt das Führerhaus auf dem Lokomotivrahmen auf Gummileisten, um noch vorhandenen Körperschall vom Führerhaus fernzuhalten.

Zur Belüftung des Führerhauses nach oben sind im Dach aufstellbare Lüftungsklappen angebracht.

10. Schutzkästen

Die in Höhe und Breite möglichst eingeschränkten Schutzkästen besitzen an ihren Seitenwänden hinreichend große Türen für den Zugang zu den Antriebsanlagen. Durch im Dach befindliche Klappen kann der Motor auch von oben erreicht werden. Die Wandungen der Schutzkästen werden aus einem Rahmen von 60 mm hohen Z-Profilen gebildet. Die äußere Bekleidung besteht aus 2 mm Stahl-

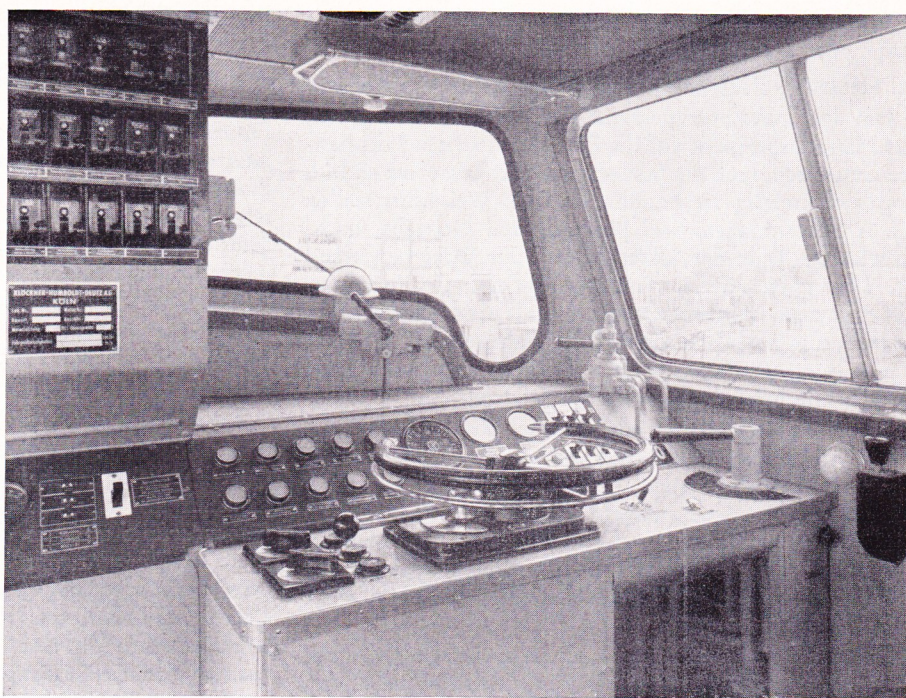


Bild 16: Führerstand 1.

blech, die innere aus 1 1/2 mm starkem Aluminiumblech; der Hohlraum zwischen den Blechen wird mit Silan-Steinwolle ausgefüllt.

Der Kraftstoffbehälter ist über dem Getriebe am Schutzkasten in solcher Höhe aufgehängt, daß der Zugang zum Getriebe nicht beeinträchtigt wird und auszubauende Teile nach oben abgezogen werden können.

Der Grill zur Ansaugung der Verbrennungsluft für den Motor ist zweitürig ausgeführt. Nach dem Öffnen der Türen können die Luftfilter mühelos ausgewechselt werden. Die sechs Plattenfilter sind während des Betriebes in einem Rahmen unter Federspannung gehalten, die sich durch Handgriffe lösen läßt und die Filter zum Auswechseln freigibt.

11. Druckluftbremse

Die Lokomotive ist mit einer Knorr-Druckluftbremse ausgerüstet. Da die Überleitung der Druckluft vom Lokomotivrahmen auf die Drehgestelle durch Schläuche erfolgen muß, ist für jedes Drehgestell ein Steuerventil mit den entsprechenden Hilfsgeräten vorgesehen. Dadurch wird vermieden, daß bei Beschädigung eines Übergangsschlauches die gesamte Lokomotivbremse zum Erliegen kommt.

Die von zwei Kompressoren VV 250/70 erzeugte Druckluft wird in zwei Hauptluftbehältern von je 400 l Inhalt gespeichert. Neben den Schlauchkupplungen der Hauptluftleitung an den Enden der Lokomotiven sind noch zwei weitere für die Hauptluftbehälterleitung angebracht, um bei Mehrfachsteuerung die Luftbeschaffungsanlagen aller Lokomotiven zusammenzuschalten.

In der Regelausführung hat die Lokomotive im gesamten Geschwindigkeitsbereich bis 120 km/h eine Abbremsung von 75 % des Dienstgewichtes, mit der Handbremse von 38 %. Auf Wunsch kann, wenn hohe Geschwindigkeiten über 120 km/h gefahren werden sollen, im Druckluftteil ein Druckübersetzer mit Achslagerbremsdruckregler vorgesehen werden, um bei mehr als etwa

70 km/h eine Abbremsung der Lokomotive mit 180 bis 200 % des Dienstgewichtes zu erreichen.

12. Steuerung, elektrische Überwachung, elektrisches Anlassen

Um dem Lokomotivpersonal die Möglichkeit zu geben, das Hauptaugenmerk auf die Erfordernisse des Fahrdienstes zu richten, muß die Steuerung der Lokomotive einfach und zweckmäßig zu handhaben sein. Weiterhin stellen die Antriebsanlagen, wie Motoren und Getriebe, hochentwickelte Teile dar, deren materieller Wert bedeutend ist. Ihre einwandfreie Funktion ist nur gewährleistet, wenn gewisse Voraussetzungen erfüllt sind. Es ist nahelegend, zur Erleichterung für das Fahrpersonal und zur Vermeidung von kostspieligen Schäden diese Voraussetzungen automatisch überwachen zu lassen.

Da in Zeitabschnitten mit erhöhter Zugförderleistung zwei und gegebenenfalls auch noch mehr Einheiten zusammengekuppelt werden, ist es zweckmäßig, die Steuerung und die Überwachung so auszubilden, daß mehrere Einheiten vom Führerstand der führenden Lokomotive aus gesteuert und überwacht werden können. Die Führerstände der nachfolgenden Lokomotiven brauchen dann nicht besetzt zu werden.

Diese Steuerung und Überwachung kann rein elektrisch ausgeführt werden. Um jedoch die elektrische Ausrüstung nicht zu umfangreich und kompliziert werden zu lassen, wählt man zweckmäßig die Steuerung pneumatisch und die Überwachung elektrisch. Die automatische elektrische Überwachung vereinfacht sich, wenn gemeinsame Bedienung mehrerer Lokomotiven von einem Stand aus nicht gefordert wird. Eine weitere Vereinfachung ist möglich, wenn dem Fahrpersonal während des Fahrdienstes die Überwachung übersichtlich angeordneter Anzeigeinstrumente zugemutet werden kann.

Die ausgeführte Lokomotive erhielt pneumatische Steuerung und automatische elektrische Überwachung für Mehrfachtraktion.

Durch die pneumatische Steuerung wird die Füllung der Motoren geregelt und gleichzeitig mit ihr die Füllventile der Flüssigkeitsgetriebe betätigt. An den Stirnseiten der Lokomotiven sind Schlauchkupplungen für die Mehrfachsteuerung angebracht.

Für die elektrisch-automatische Überwachung von

1. Kühlwassertemperatur,
2. Kühlwasserstand,
3. Motoröltemperatur,
4. Motoröldruck,
5. Getriebeöltemperatur und
6. Vorwärts-Rückwärts-Schaltung

sind an den Motoren und Getrieben Temperatur- und Druckwächter sowie Überwachungsgeräte angebracht, die alle, für jede Antriebsanlage gesondert, hintereinandergeschaltet sind. Entsteht Übertemperatur oder Unterdruck, wird der Kühlwasserstand zu niedrig oder bleibt die Vorwärts-Rückwärts-Schaltung auf Mittelstellung hängen, so wird das Anlaß-Abstellrelais stromlos und ebenso der durch dieses gehaltene Freigabemagnet am Motor. Die Schließfeder des Freigabemagnetes drückt die Reglerstange zu, der Motor stellt ab. Gleichzeitig wird über ein elektro-pneumatisches Ventil das Füllventil am Getriebe entlüftet und der eingeschaltete Kreislauf entleert, womit auch das Getriebe abgeschaltet ist. Auf dem Führertisch ist für die zugehörige Maschinenanlage für jede der oben angeführten Ziffern 1 bis 6 eine entsprechend beschriftete rote Kennlampe angebracht, die anzeigt, welche Ursache den Motor abgestellt hat. Nebenbei leuchtet noch eine

rote Kennlampe auf mit der Beschriftung „Motorabstellung“. Diese Kennlampe ist so geschaltet, daß, wenn bei mehreren gekuppelten Lokomotiven eine entfernt liegende Maschinenanlage gestört ist, sie auch auf dem besetzten Führertisch aufleuchtet und anzeigt, daß eine von vier oder sechs Maschinenanlagen abgeschaltet hat. Der Zug kann zunächst die Fahrt mit verminderter Leistung fortsetzen. Beim nächsten Halten oder wenn, wie bei Endführerständen, Übergangsmöglichkeiten von einer Lokomotive auf die andere vorhanden sind, auch während der Fahrt, wird dann auf einem der Führertische zu erkennen sein, welche Anlage und aus welchem Grunde sie gestört ist. In nicht seltenen Fällen kann die Störung sofort, auch während der Fahrt, behoben werden.

Etwa 20 mm unterhalb des Handrades des Fahrschalters befindet sich mit gleichem Durchmesser der Haltering für die Sicherheitsfahrtschaltung. Dieser muß bei einer Geschwindigkeit von über 15 km/h durch den Lokomotivführer erfaßt und an das Handrad gedrückt werden. Wird der Ring länger als sechs Sekunden losgelassen, tritt eine Schnellbremsung ein; gleichzeitig wird der Motor auf Leerlaufdrehzahl herabgeregelt und das hydraulische Getriebe entleert. Um den Lokomotivführer aufmerksam zu machen, daß die Geschwindigkeit von 15 km/h überschritten ist und der Ring angedrückt werden muß, leuchtet auf dem Führertisch eine rote Kennlampe mit der Aufschrift „Sifa“ auf. Bei ihrem Erlöschen unter 15 km/h ist die „Sifa“ abgeschaltet, und man kann ungehindert rangieren. Wenn der Lokomotivführer bei langen Streckenfahrten das Handrad und damit den Sifa-Ring loslassen will, muß er eine parallelgeschaltete Sifa-Drucktaste drücken, die unter dem Schiebefenster angebracht ist.

Das elektrische Anlassen der Motoren wird über die beiden Anlaßschalter Motorgruppe I und Motorgruppe II für den jeweils zugehörigen Motor eingeleitet. Sind bei Mehrfachbespannung z. B. drei Lokomotiven zusammengekuppelt, so werden über die Gruppe I die Motoren 1, 3 und 5 und über die Gruppe II die Motoren 2, 4 und 6 je gleichzeitig angelassen. Der Steuerstrom für die Einleitung der Anlassung wird der Stromquelle der führenden Lokomotive, der Starkstrom für den eigentlichen Anlaßvorgang den jeweiligen Batterien der einzelnen Lokomotive entnommen. Diese haben eine Spannung von 24 V und eine Leistung von 800 Ah je Lokomotive. Die Anlaßschalter haben vier Stellungen: Aus, Ein, Anlassen und Abstellen. Auf „Ein“ werden sämtliche Schmiervorpumpen eingeschaltet. Solange deren rote Kennlampe noch leuchtet, können die Motoren nicht angelassen werden, da der Druckwächter den Stromkreis zum Anlaß-Abstellrelais noch nicht geschlossen hat. Nach Erlöschen der Kennlampe genügt ein kurzer Tastendruck auf „Anlassen“ für das Anspringen der Motoren.

Schlußwort

Unter den Besonderheiten der allgemein beschriebenen 2000-PS-Lokomotive der Firma Klöckner-Humboldt-Deutz A.G. in Köln sind der aufgeladene Zweitakt-Dieselmotor mit einer Leistung von 1000 PS bei 750 U/min und 25 % Aufladung und der kardanfehlerfreie Antrieb der Lokomotive in erster Linie bemerkenswert. Insgesamt ist die Konstruktion so aufgebaut, daß durch ein Baukastensystem weitere Varianten dieser Lokomotive entwickelt werden können. Es ist insbesondere an Ausführungen mit dreiachsigen Drehgestellen mit Endführerständen und für andere Spurweiten gedacht.