



# Maybach

Eine neue Art  
der  
Dieselzugförderung



# **Maybach**

Eine neue Art der  
Dieselzugförderung





Deutschland : Bahnbetriebswerk für Diesellokomotiven

## Zwei bedeutsame Besprechungen und ihre Auswirkungen

Im Jahre 1930, als das Luftschiff „Graf Zeppelin“ mit seinen Maybach-Motoren unter Führung von Dr. Eckener fahrplanmäßig die Weltmeere überquerte, fand im Arbeitszimmer von Dr. Karl Maybach eine Besprechung statt, die für die Entwicklung der Diesellokomotivförderung eine grundlegende Bedeutung hatte.

Bei dieser Besprechung faßte Ministerialrat Dr.-Ing. h. c. Fuchs von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn in vollem Bewußtsein der Schwierigkeit der Aufgabe den Entschluß, für die geplanten Hauptbahntriebwagen der Reichsbahn nicht etwa langsamlaufende schwere Dieselmotoren zu verwenden, sondern einen von Maybach vorgeschlagenen raschlaufenden 400 PS-Motor entwickeln zu lassen, der so klein sein sollte, daß er mit Bestandteilen der Kraftübertragung im Drehgestell untergebracht werden konnte.

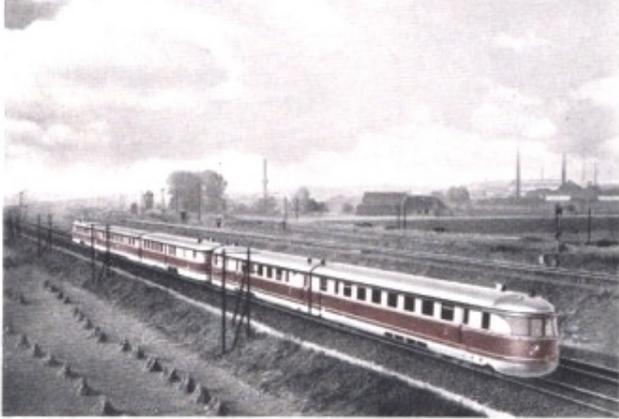
Diese für die damalige Zeit kühne Entscheidung hatte zur Folge, daß zehn Jahre später Hunderte von Hauptbahntriebwagen, die mit diesem 400 PS-Maybachmotor und seiner aufgeladenen 600 PS-Ausführung ausgerüstet waren,

Deutschland : 400 PS diesel-elektrische Hauptbahn-Triebwagen mit Steuerwagen





Oberes Bild. Belgien: 400 PS-Doppeltriebwagen mit elektrischer Kraftübertragung



Unteres Bild. Deutschland: Zwei zusammengekuppelte diesel-elektrische 800 PS-Schnelltriebwagen

bei den großen europäischen Bahnen im Personen-, Eil- und Schnellzugsverkehr in Dienst standen.

In Sonderausführung als Schnelltriebwagen erschlossen diese Fahrzeuge, in Verbindung mit

Deutschland: Dreiteiliger diesel-hydraulischer 1200 PS-Schnelltriebwagen



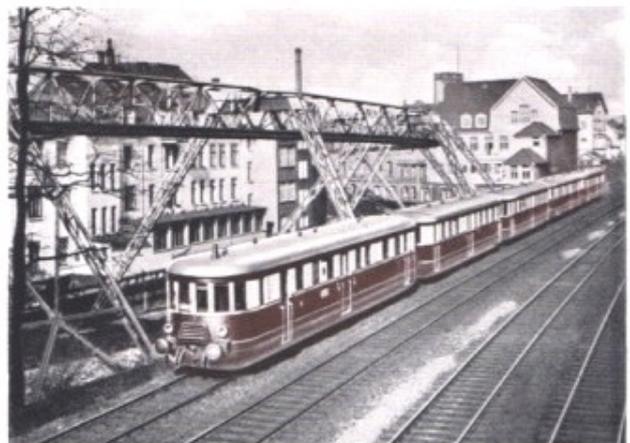
den unter Mitarbeit von Maybach durchgebildet, bis dahin im regelmäßigen Eisenbahnbetrieb noch nicht verwendeten windschnittigen Formen, den Bahnen das Gebiet hoher und höchster Geschwindigkeiten.

Der mit zwei 410 PS-Maybach-Motoren ausgerüstete „Fliegende Hamburger“ brach im Dezember 1932 mit 160 km/Std. alle damals bestehenden Geschwindigkeitsrekorde fahrplanmäßiger Eisenbahnzüge. Er wurde damit zum Vorläufer aller Stromlinienzüge diesseits und jenseits des Atlantiks. Wenige Jahre später überspannte ein Netz von Schnelltriebwagen-Verbindungen die europäischen Länder.

Wenn es auch auf dem Wege zu dieser Entwicklung mancherlei Schwierigkeiten gab, so konnten diese doch durchweg überwunden werden. Dies geht schon aus dem Umstand hervor, daß speziell diejenigen Bahngesellschaften, die als erste die Dieselzugförderung aufnahmen, später die größten Nachbestellungen tätigten, so daß der Maybach-Motorenbau nicht weniger als 246, vornehmlich 450- und 650 pferdige Motoren im Bau hatte, als der ausbrechende Krieg die Tätigkeit auf diesem Gebiet stark einschränkte.

Die zweite, für die Dieselzugförderung nicht minder wichtige Aussprache fand im August 1937 bei der Hauptverwaltung der Reichsbahn in Berlin statt. Sie galt der Erörterung der Kraftübertragungsfrage.

Deutschland: Zusammengekuppelte 400 PS - Hauptbahntriebwagen mit elektrischer Kraftübertragung





Holland : Dreiteilige 800 PS-Dieselszüge

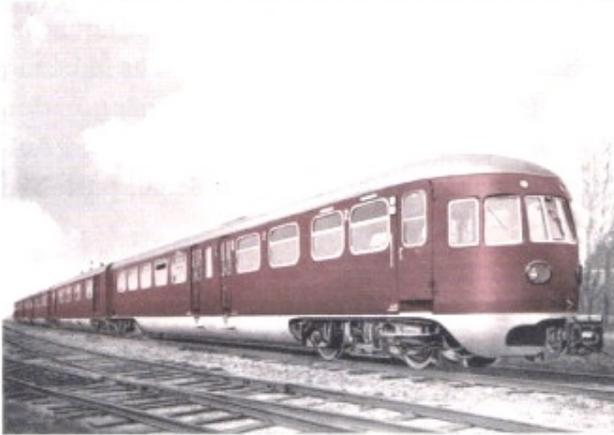
Nebenscheid. Belgien : Dreiteiliger 1200 PS diesel-hydraulischer Schnelltriebwagen

Unten. Schweden : 400 PS diesel-hydraulischer Triebwagen

Schon immer hatte Maybach, als älteste und bedeutendste Motorenlieferfirma der Reichsbahn, ein begreifliches Interesse an der jeweils bestmöglichen Lösung des Problems der Kraftübertragung, da deren Eigenschaften mitbestimmend sind für die Art und das Ausmaß der Anwendung der Dieselszugförderung.

So hat Maybach beispielsweise schon 1923 der Deutschen Reichsbahn eine der ersten wirklich brauchbaren mechanischen Kraftübertragungen geliefert, ferner in Verbindung mit seinen Motoren Erfahrungen mit nahezu sämtlichen Systemen der elektrischen Kraftübertragungen sammeln können und auch an der Ausgestaltung der hydraulischen Turbo-Kreisläufe der Firma J. M. Voith, Heidenheim, zu vollständigen hydraulischen Kraftübertragungen für Eisenbahnfahrzeuge mitgewirkt.





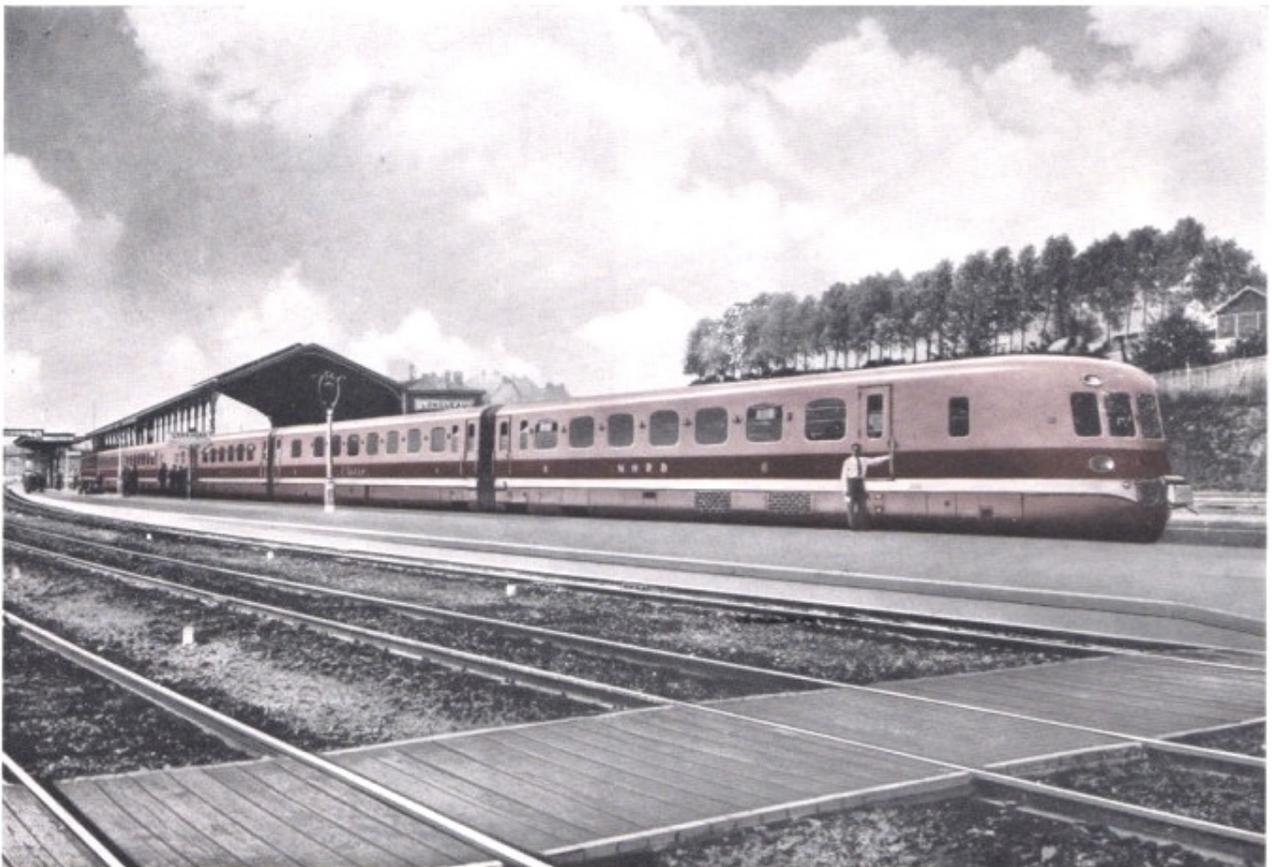
Bei der vorerwähnten Besprechung entschloß sich nun Ministerialrat Stroebe, eine kombinierte, hydraulisch-mechanische Kraftübertragung nach den Entwürfen von Maybach für eine Leistung von 400, später auch für 600 PS, entwickeln zu lassen, die schon bei einem sehr geringen Bruchteil der Höchstgeschwindigkeit hohe Dauerzugkräfte ausüben kann.

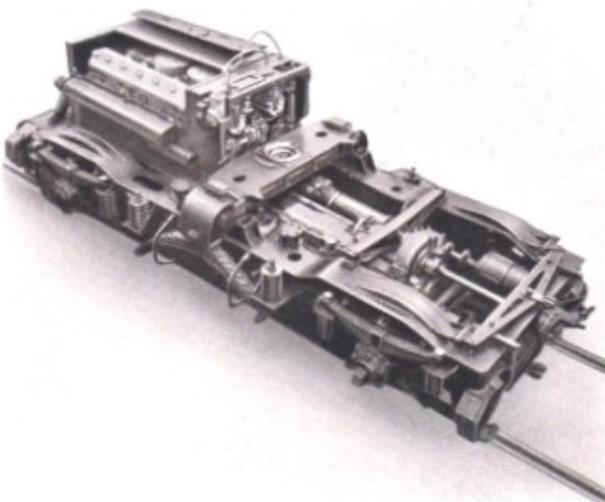
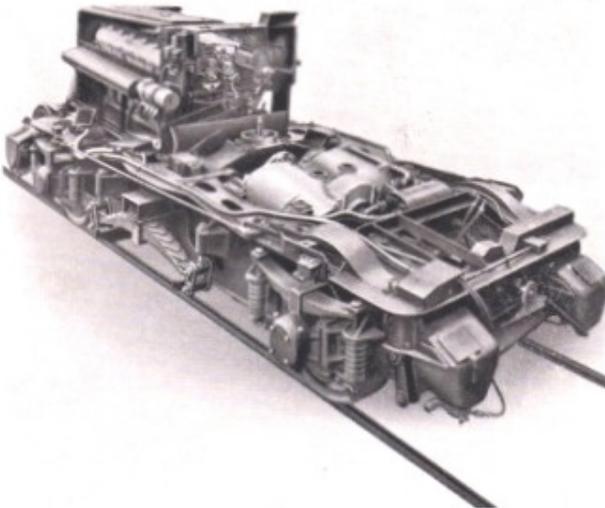
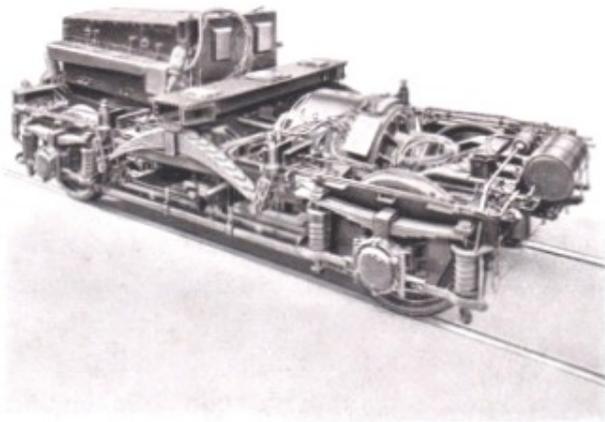
Damit sollte diese Übertragung den Bau von Triebfahrzeugen ermöglichen, die gleichermaßen gut geeignet sind für die Beförderung großer Zuggewichte bei niedrigen Geschwindigkeiten, als auch für die Beförderung leichter Züge mit hohen Endgeschwindigkeiten, d. h. von Fahrzeugen, die für alle Strecken und Zugarten universell verwendbar sind. Bewirkt wurde dies dadurch, daß einem hydraulischen Wandler vier mechanische Gänge zugeordnet wurden.

*Oberes Bild. Holland: Mehrere zusammengekuppelte dreiteilige 800 PS-Dieselszüge*

*Nebstehend. Holland: Fünfteiliger 1800 PS-Dieselszug*

**Frankreich: Zwei zusammengekuppelte dreiteilige 800 PS-Schnelltriebwagen mit elektr. Kraftübertragung**





Durch eine solche Kombination erhält man eine vierstufige hydraulische Kraftübertragung, deren Gänge bei stets gefüllt bleibendem Wandler mechanisch umgeschaltet werden.

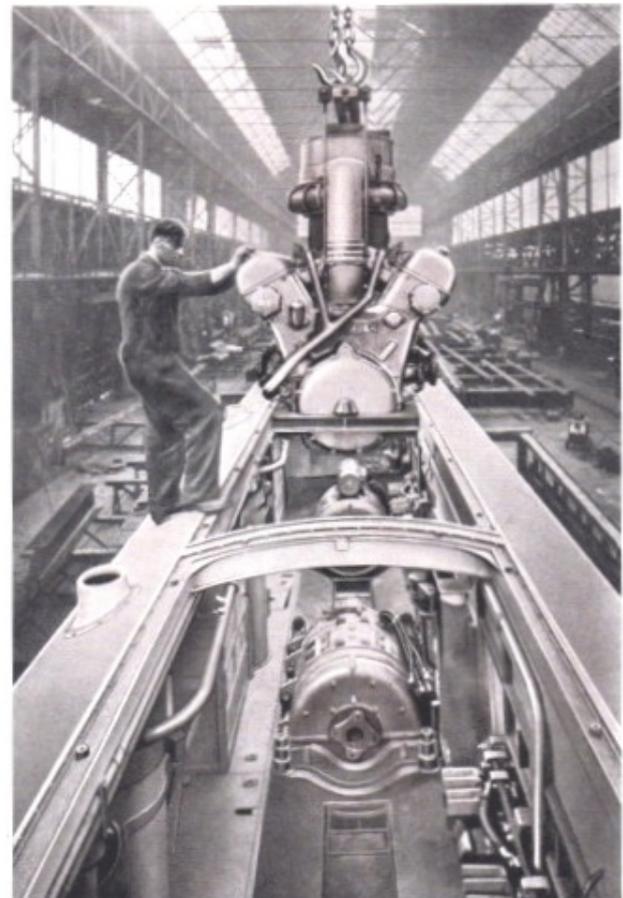
Die neue, automatisch schaltende Übertragung, die die Bezeichnung „Mekydro“ erhielt, wurde in einem ebenfalls mit 600 PS-Maybach-Motor ausgerüsteten Güterschlepptriebwagen der Deutschen Reichsbahn gründlich erprobt, wobei sich die erwarteten Eigenschaften voll bestätigten.

Die Weiterentwicklung der Kraftübertragungen in dieser Richtung erbrachte einerseits in bezug auf die mechanischen Schaltvorgänge den Nachweis, daß die bislang vertretene Auffassung, wonach mechanischen Schaltgetrieben

*Oberes Bild:* Drehgestell mit 400 PS-Maybach-Motor und elektrischem Generator

*Nebstehend:* Drehgestell mit 400 PS-Maybach-Motor und hydraulischem Getriebe

*Unteres linkes Bild:* Drehgestell mit 400 PS-Maybach-Motor und Mekydro-Getriebe. Baujahr 1939



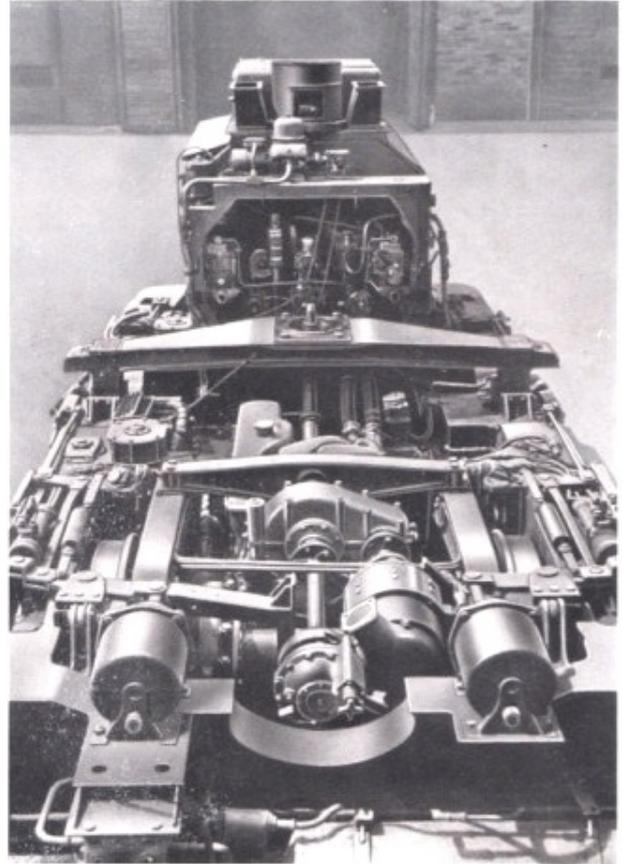
leistungsmäßig nach oben eine Grenze gesetzt ist, nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Der dadurch ausgelöste Wettbewerb zwischen dem Mekyllro-Getriebe und der reinen Hydraulik, bei der das Umschalten der Stufen durch Füllen und Leeren der Wandler erfolgt, bewirkte andererseits, daß auch bei den hydraulischen Strömungskreisläufen selbst, hinsichtlich ihres Wirkungsgrades, Fortschritte erzielt werden konnten.

Damit ist die Möglichkeit gegeben, die schwere, teure und ohne besonderen Aufwand stets nur an bestimmte Betriebsbedingungen gebundene elektrische Kraftübertragung zugunsten leichter, billigerer und universell verwendbarer Übertragungen zu verlassen.

*Nebenstehend:* Drehgestell mit 600 PS-Maybach-Motor und Mekyllro-Getriebe. Baujahr 1940

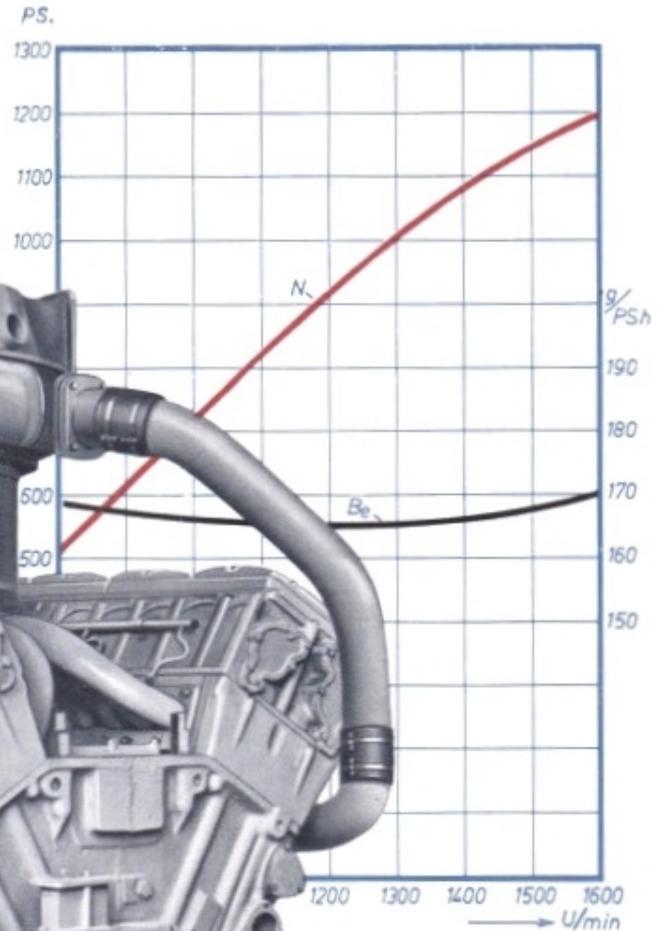
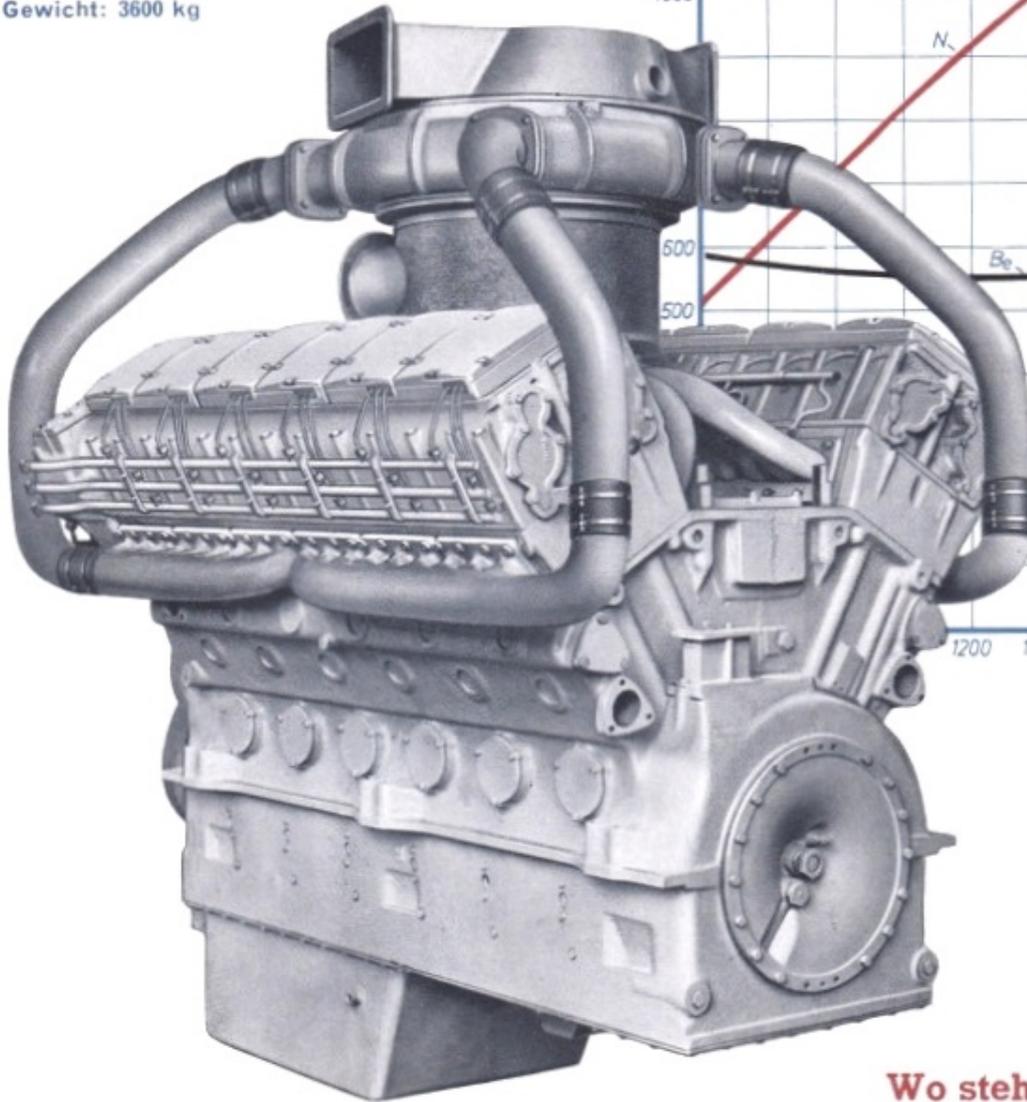
*Rechtes Bild Seite 6:* Maschinenwagen eines 5-teiligen 1800 PS diesel-elektrischen Zuges

*Unteres Bild:*  
Bahnbetriebswerk Dortmund der Deutschen Bundesbahn



# MAYBACH DIESELMOTOR MD 650

Leistung: 1200 PS  
Drehzahl:  
1600 Umdr./Min.  
Gewicht: 3600 kg



## Wo stehen wir 1950?

Die letzten zehn Jahre haben auf vielen Gebieten der Technik eine Fülle neuer Erfahrungen gezeitigt. Auch auf dem Motoren- und Kraftübertragungsgebiet wurden Erkenntnisse gewonnen, die geeignet sind, den technischen Stand sprunghaft in die Höhe zu treiben.

Gestützt auf seine 30jährigen, an Erfolgen und Schwierigkeiten gleichermaßen gereiften Erfahrungen mit raschlaufenden Eisenbahnmotoren und diese neuen Erkenntnisse kann Maybach heute mit seinem

### 1200 PS-Dieselmotor, Bauart MD 650

den Eisenbahnen einen Lokomotiv- und Triebwagen-Motor zur Verfügung stellen, der alle Voraussetzungen für die Erzielung größter Laufleistungen erfüllt und infolge seines hohen Verschleißwiderstandes auch schwerstem Dauerbetrieb gewachsen ist.

Dabei konnten, ohne die vorerwähnten der Konstruktion als Hauptforderung zugrunde liegenden Eigenschaften im geringsten zu beeinträchtigen, die Abmessungen klein und das

Gewicht des Motors niedrig gehalten werden. Dies wurde erreicht durch die Verwendung einer in über 50000 schnelllaufenden Motoren in Leistungen von 300–700 PS bewährten, außerordentlich kräftigen und durch ihre Kürze schwingungstechnisch sehr vorteilhaften Maybach-Scheibenkurbelwelle, bei der praktisch die gesamte Länge des Motors für die Rollenlagerung der Welle im Gehäuse und für die Gleitlager der Pleuel auf den Hubzapfen nutzbringend ausgenützt werden kann. Damit kann die Tragfläche der Pleuellager reichlich bemessen werden. Durch besondere Ausbildung der Pleuelstangen und der Lagerschalen wird ferner eine gleichmäßige Druckverteilung auf den ganzen Bereich dieser Tragfläche gesichert. Die Folge davon ist, daß im Lager nur flüssige Reibung auftritt, und die Schalen deshalb nur einer denkbar geringen Abnutzung unterworfen sind. Für die Hauptlager werden Rollenlager verwendet, die bei ihren durch die Bauart des Motors gegebenen sehr kräftigen Abmessungen ebenfalls eine außergewöhnliche Verschleißhärte aufweisen und daher in ihrer Lebensdauer nahezu unbegrenzt sind.

Eine sehr wirksame Kolbenkühlung gestattet es, Kolben von 185 mm Durchmesser zu verwenden und trotzdem die Kolbenringpartie selbst bei höchster Belastung weit unter der Temperaturgrenze zu halten, bei der im allgemeinen bei Dieselmotoren ein Festwerden der Ringe eintritt. Sie ermöglicht weiter, das Kolbenspiel, das für die Lebensdauer der Kolben und Zylinderbüchsen so außerordentlich wichtig ist, auf einen Bruchteil des bisher bei Motoren dieser Art und Größe üblichen Wertes zu beschränken.

Die auswechselbaren Zylinder-Laufbüchsen und die Sitze der kleinen Ventile in den Einzel-

#### Einzelteile des MD-650-Motors:

Von oben nach unten:

Bild 1. Scheiben-Kurbelwelle

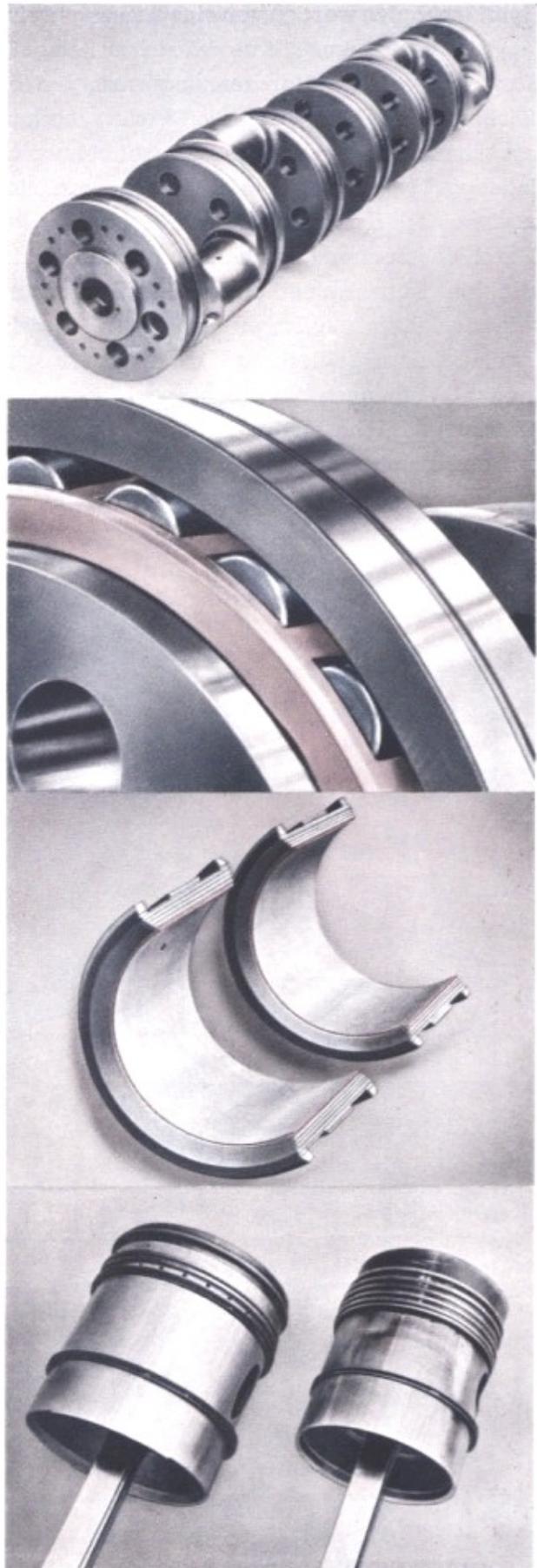
Bild 2. Hauptlager

Bild 3. Pleuellagerschalen (links gelaufene, rechts neue Schale)

Bild 4. Oligekühlter MD-Kolben 185 mm Durchmesser (links)

Ungekühlter Kolben von 160 mm Durchmesser (rechts)

(Man beachte die große Traglänge des gekühlten Kolbens)

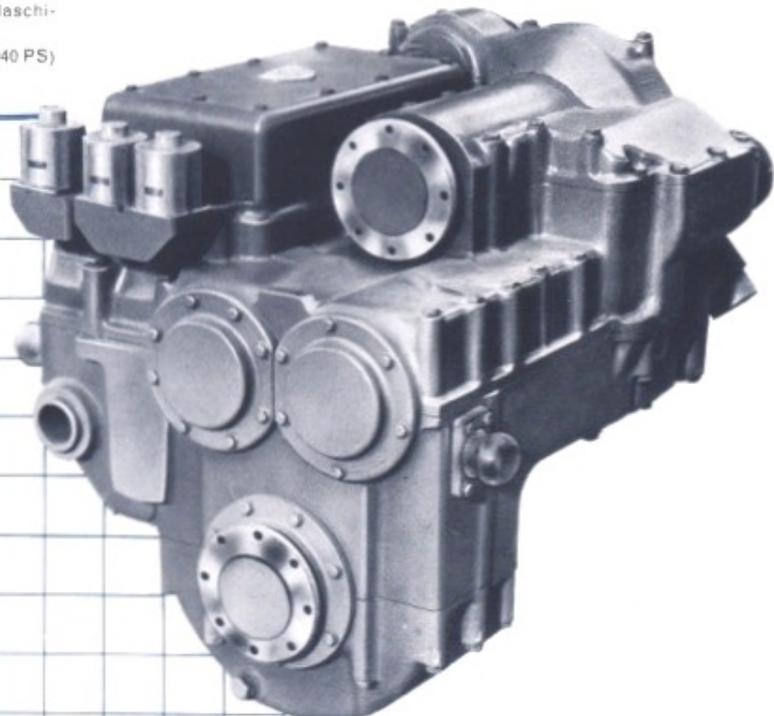
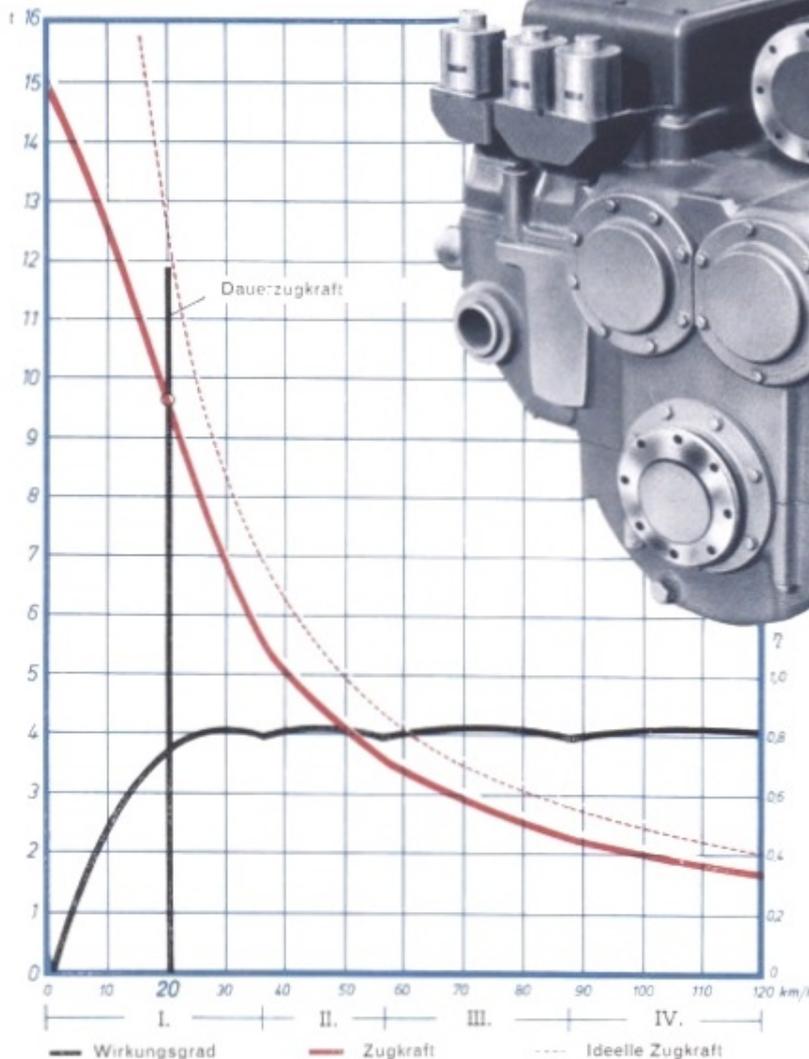


Zylinderköpfen werden von einem zwangsweise geführten Kühlwasserstrom von hoher Geschwindigkeit allseitig umspült, so daß sich an keiner Stelle unzulässig hohe Temperaturen bilden können. Das angewendete Verbrennungsverfahren ergibt neben günstigen Druckverhältnissen einen flachen Verlauf der Brennstoff-Verbrauchskurve, so daß der Motor auch bei Teillast mit entsprechend herabgesetzter Drehzahl sehr wirtschaftlich betrieben werden kann. Für das Aufladeaggregat wurde die bekannte vertikale Anordnung beibehalten, da sie sich seit 1934 nachweislich hervorragend bewährt hat.

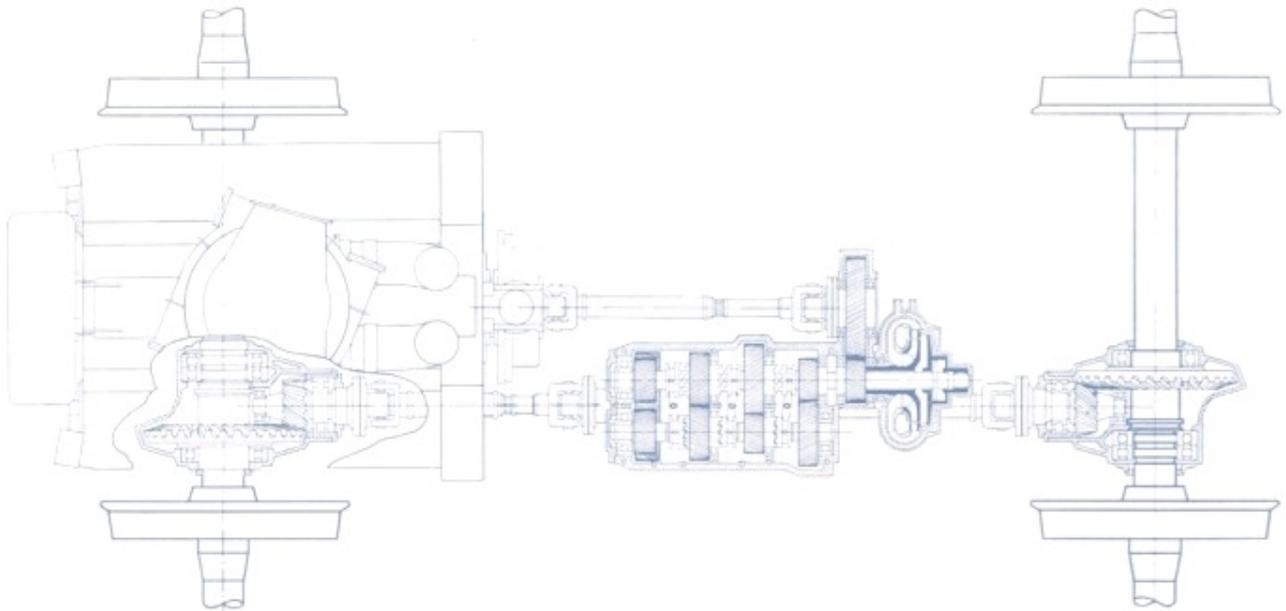
Durch das Zusammenwirken aller dieser Faktoren entstand eine Motorenart, die bei äußerst gedrängter Bauweise und einem Einheitsgewicht von nur 3 kg/PS Verschleißigenschaften aufweist, wie sie bisher nur langsamlaufenden Maschinen zu eigen waren.

Auch auf dem Gebiet der **Kraftübertragungen** haben sich die Erkenntnisse wesentlich erweitert. Wenn auch die Weiterentwicklung des eingangs erwähnten viergängigen hydraulischen Getriebes durch den Krieg verzögert wurde, so ist andererseits nicht zu übersehen, daß in bezug auf den mechanischen Teil von Maybach reiche Erfahrungen an nahezu 30000 gelieferten und nach dem gleichen Schaltprinzip arbeitenden, mechanischen Vielgang-Getrieben mit Übertragungsleistungen bis zu 700 PS gewonnen werden konnten.

Zugkraft und Wirkungsgradkurve einer 1000 PS-Maschinenanlage mit Mekydro-Kraftübertragung.  
(Übertragungsleistung abzüglich Hilfsbetriebe 940 PS)



**MAYBACH**  
KRAFT-  
UBERTRAGUNG  
**MEKYDRO**  
K 104  
für eine Motorleistung  
von 1000 PS



Schema eines zweiachsigen Drehgestells mit 1000 PS Meko-Kraftübertragung

### So ist Maybach heute in der Lage, in Gestalt seines **MEKYDRO - Getriebes**

den Eisenbahnen eine in allen Teilen auf das gründlichste durchprobierte Kraftübertragung zur Verfügung zu stellen, deren Übertragungsfaktor, bezogen auf die Fahrgeschwindigkeit, einen denkbar günstigen Verlauf aufweist.

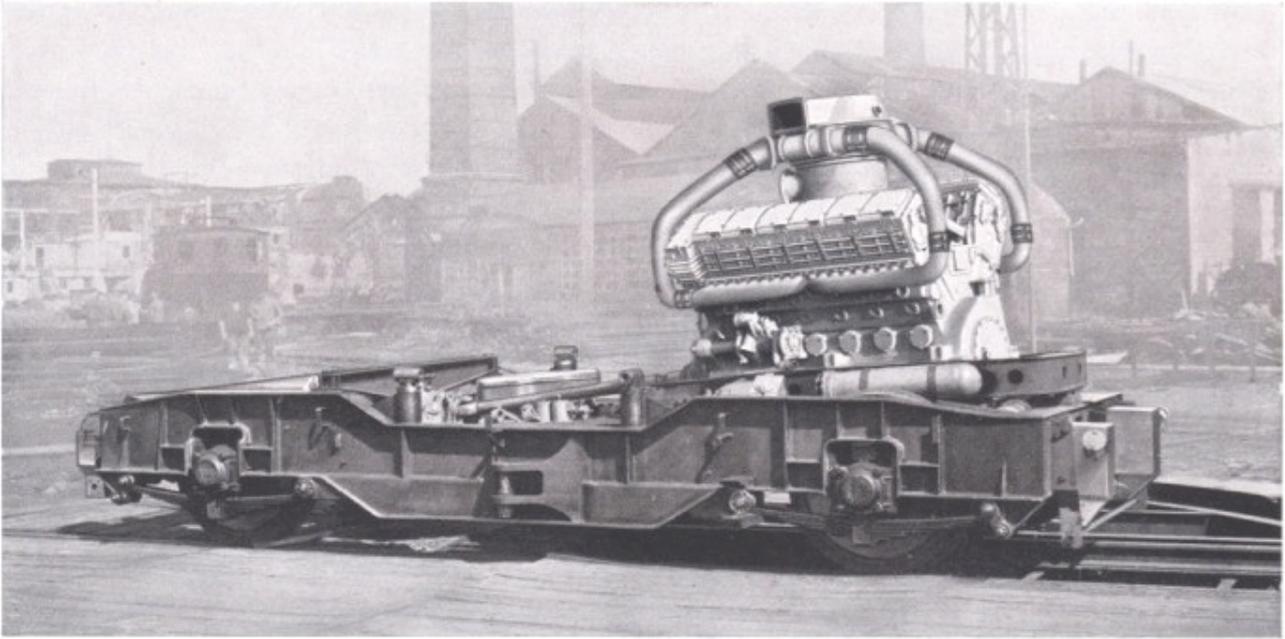
Bei einer angenommenen Höchstgeschwindigkeit von z. B. 120 km/h wird bereits bei 20 km/h ein Wirkungsgrad von rd. 78 % erreicht. Von 23 km/Std. ab bleibt der Wirkungsgrad auf etwa gleicher Höhe zwischen 80 und 83 %. Infolge der nur geringen anfallenden Verlustwärme kann das Getriebe im gesamten Geschwindigkeitsbereich bis herab zu 20 km/h die volle Maschinenleistung dauernd aufnehmen, wobei die Zugkraftkurve stufenlos verläuft und sich weitgehend der theoretischen Hyperbel nähert. Damit wird die Ausnutzung der Motorenleistung nur noch durch die Reibungsgrenze und die jeweils festgesetzte Endgeschwindigkeit begrenzt.

Die Übertragung ist in ihrem Aufbau denkbar einfach.

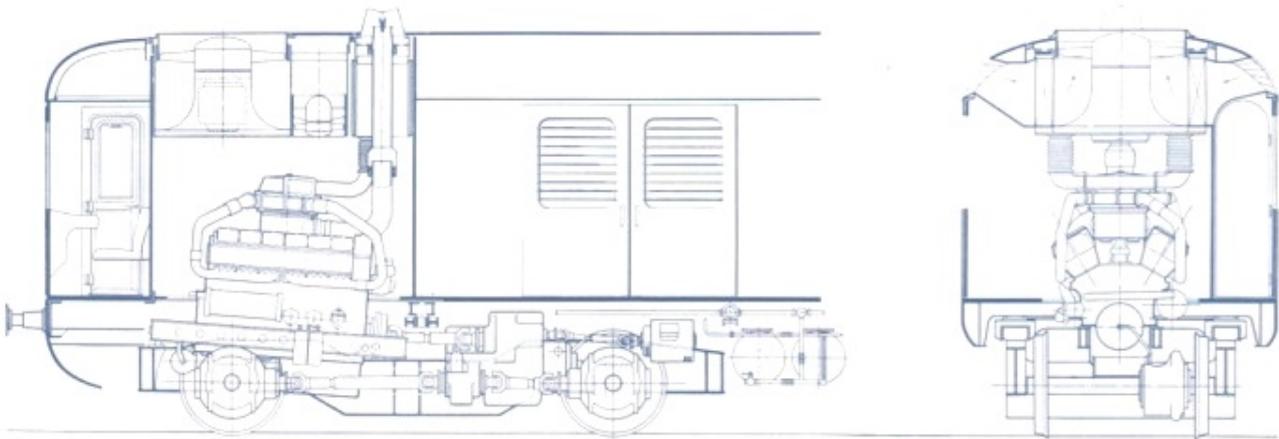
Sie besteht aus einem ins Schnelle übersetzten, stets gefüllt bleibenden hydraulischen Wandler und einem aus nur drei Radpaaren bestehenden viergängigen mechanischen Getriebe. Der

### Die Maybach-Abweisklauenkupplung





Anordnung einer 1000 PS-Maschinenanlage im Drehgestell



Anordnung der oben abgebildeten Maschinenanlage in einem Schlepptriebwagen

Turbinenläufer des Wandlers ist achsial ausrückbar und übernimmt damit gleichzeitig die Funktion einer Trennkupplung. Die Schaltung der Gänge erfolgt mittels Maybach-Abweis-Klauenkupplungen, die es, wie bekannt, ermöglichen, zwei rotierende Teile ohne Zuhilfenahme zusätzlicher Reibkupplungen stoßfrei miteinander zu verbinden. Über ein Wendegetriebe wird die Kraft an die Achstriebe weitergeleitet. Das Mekydro-Getriebe schaltet vollautomatisch in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und der Motorbelastung.

Sein Gewicht beträgt für eine Motorleistung von 1000 PS beispielsweise nur 1600 kg. Es läßt sich zusammen mit dem Motor und den Achstriebe noch bequem in einem Drehgestell von nur 3,6 m Radstand unterbringen, wobei die Kühlanlage in dem Raum über dem Motor angeordnet werden kann, während Brennstoffbehälter, Batterie und Bremsluftkompressor zweckmäßigerweise unter dem Wagenfußboden eingebaut werden.

Eine solche Maschinenanlage bietet demnach nicht nur ausgezeichnete Möglichkeiten für den Bau von Lokomotiven mit besonders günstigen Gewichtsverhältnissen und für den Bau von leistungsfähigen Triebwagen, sondern erschließt für das gesamte Gebiet der Dieselpufferzüge vollkommen neue Möglichkeiten.

## Die neue Art der Dieselzugförderung

Über Zweckmäßigkeit und Eignung des Dieselmotors als Antriebsquelle für Schienenfahrzeuge braucht heute nicht mehr diskutiert zu werden. Diese Frage hat die Praxis positiv beantwortet. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika werden schon seit Jahren von den Eisenbahnen praktisch keine Dampflokomotiven, sondern nur noch Diesellokomotiven in Leistungen bis zu 8000 PS beschafft. – Sie sind jedoch wegen der verwendeten, verhältnismäßig langsamlaufenden Motoren und elektrischen Kraftübertragungen außerordentlich schwer, haben hohe Achsdrücke und sind trotz Großserienfertigung für europäische Verhältnisse recht teuer.

Trotzdem sind sie in den USA. wirtschaftlich, da die Züge dort weit größer und die Strecken viel länger sind als beispielsweise in Europa. Beide Faktoren begünstigen somit die Umlegung der Kapitalkosten auf eine große jährliche Platz- bzw. Tonnenkilometerleistung.

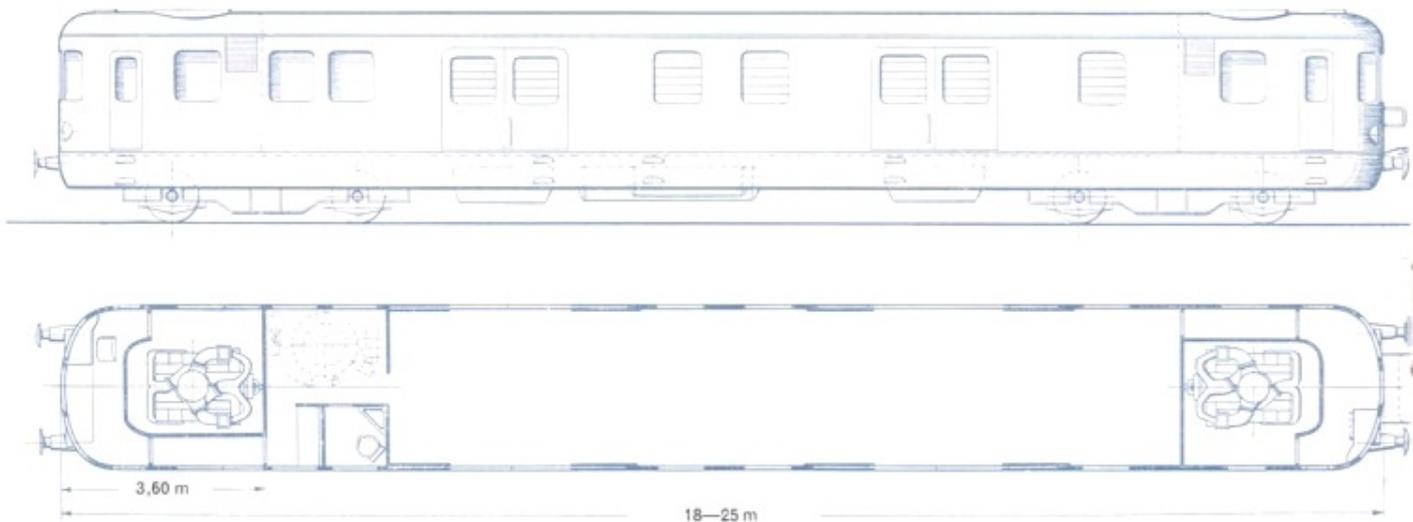
Für die meisten übrigen Bahnen der Welt ist aber eine Lösung notwendig, bei der die Beschaffungskosten geringer, das Gewicht und die Achsdrücke niedriger sind und die hohe Kilometerleistung durch eine vielseitige Verwendbarkeit der Zugmittel erreicht wird.

Als Bestrebungen in dieser Richtung können die bei der Deutschen Bundesbahn und auch im Ausland vereinzelt in Dienst gestellten Gütertriebwagen angesehen werden. Bei diesen Fahrzeugen ist bekanntlich der Gedanke verwirklicht, die Maschinenanlage in dem sowieso in einem Zugverband mitgeführten Packwagen unterzubringen und ihn als Mehrzweck-Triebfahrzeug zu benutzen. Angesichts der neuen, von der Motoren- und Kraftübertragungsseite her sich bietenden Möglichkeiten erscheint es jetzt durchaus folgerichtig, den

### Schlepptriebwagen

künftig zur eigentlichen Lokomotive auszugestalten und ihn sowohl für die Beförderung von





Zwei zu einer Einheit von 3000 PS zusammengekuppelte Schlepptriebwagen von 2000 und 1000 PS

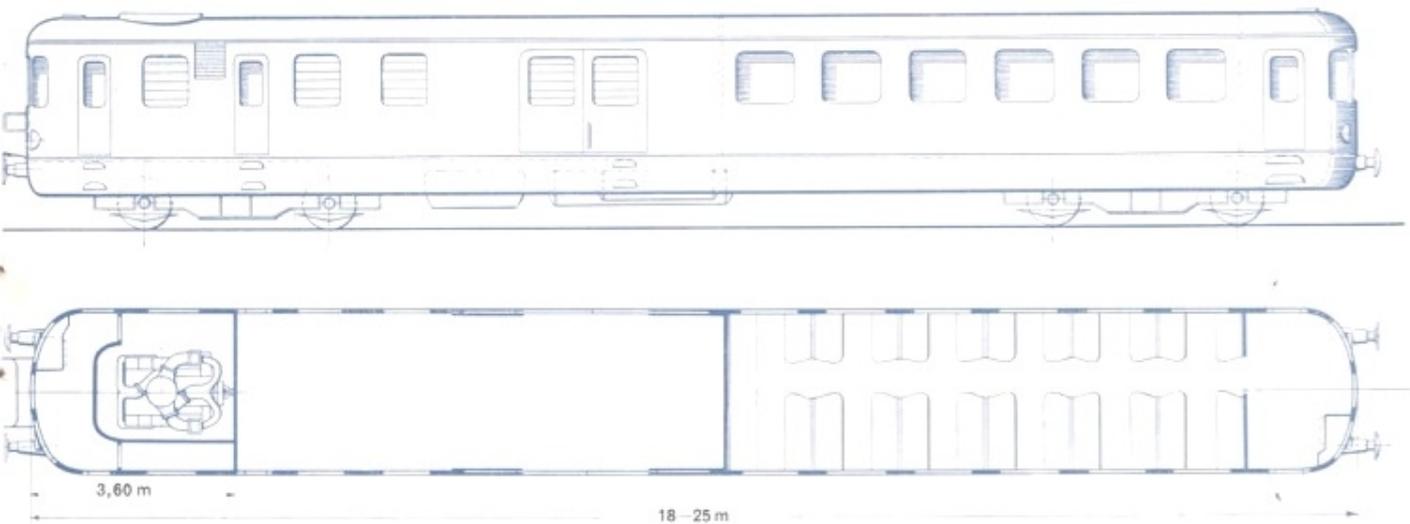
Personen- als auch Güterzügen zu verwenden, wie dies im Rahmen der gegebenen Verhältnisse von der Deutschen Bundesbahn in ihrem Bauprogramm bereits vorgesehen ist.

Im Personenzugverband ersetzt ein solcher Schlepptriebwagen die Lokomotive und den Gepäckwagen, im Güterzugbetrieb die Lokomotive und den Packwagen.

Damit steigt sprunghaft das Verhältnis des beförderten Nutzgewichtes zum Gesamtzuggewicht, und die Betriebskosten sinken entsprechend.

Bei Ausrüstung eines solchen Schlepptriebwagens mit zwei in den Drehgestellen untergebrachten MD-650-Motoren, deren Leistung mit Rücksicht auf das derzeit stärkste Getriebe\* in den nach-

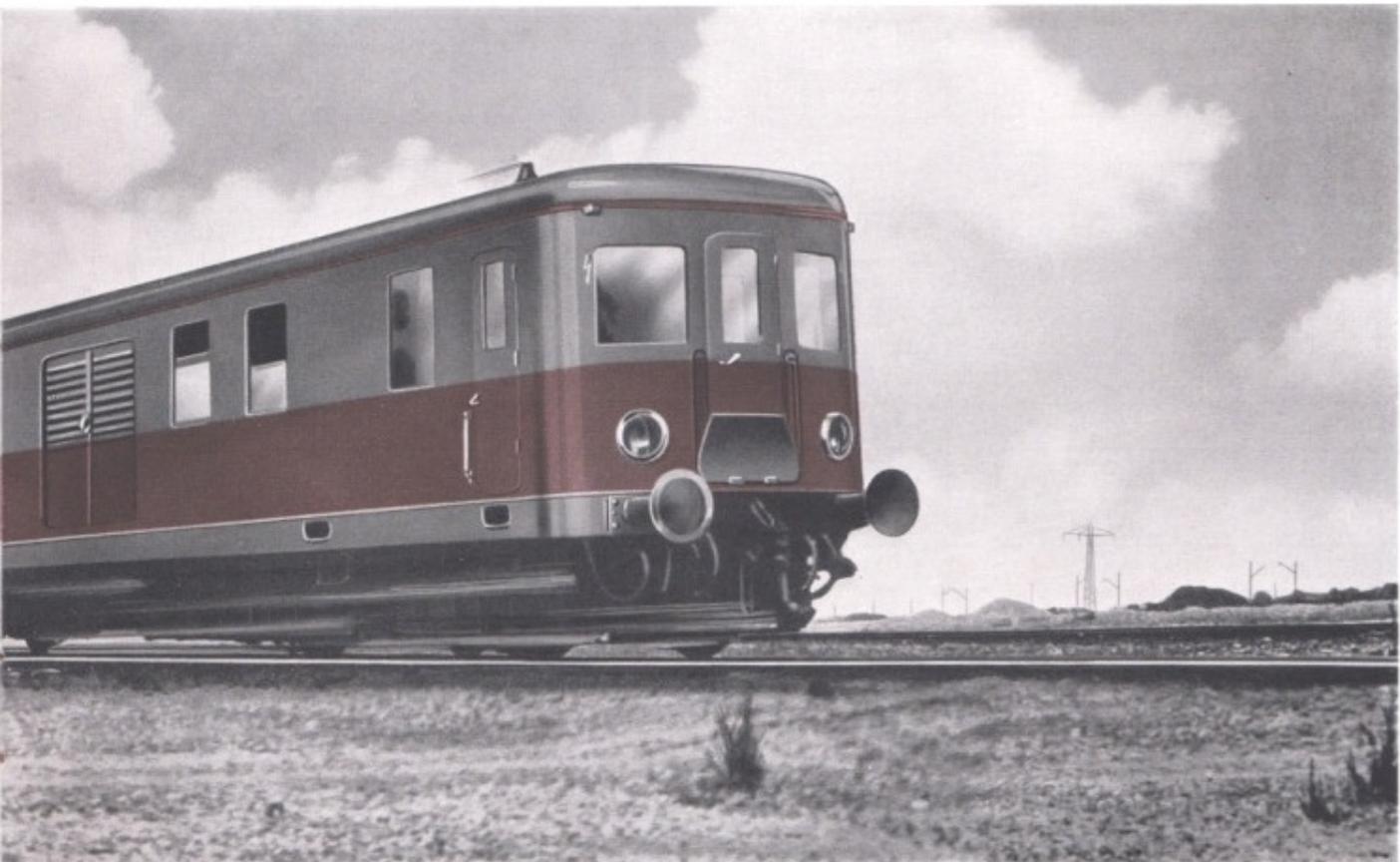




folgenden Betrachtungen zunächst nur mit je 1000 PS angesetzt sein möge, stehen insgesamt 2000 PS zur Verfügung. Da die Maschinenanlagen nur einen geringen Teil der Wagenlänge beanspruchen, verfügt man noch über einen geräumigen Gepäckraum, dessen Größe von der Länge des Fahrzeugs abhängt, die je nach Laderaumbedarf und zulässigem Achsdruck in weiten Grenzen frei gewählt werden kann.

Das Gewicht eines solchen doppelmotorigen Schlepptriebwagens beträgt z. B. bei 20 m Wagenkastenlänge nur etwa 55–60 Tonnen einschließlich aller Betriebsstoffe, was einem Achsdruck von 14–15 Tonnen entspricht.

\* Im Hinblick auf das bisherige Motorisierungsprogramm der Deutschen Bundesbahn wird das Mekydro-Getriebe z. Z. serienmäßig nur bis zu einer Motorleistung von 1000 PS gebaut.

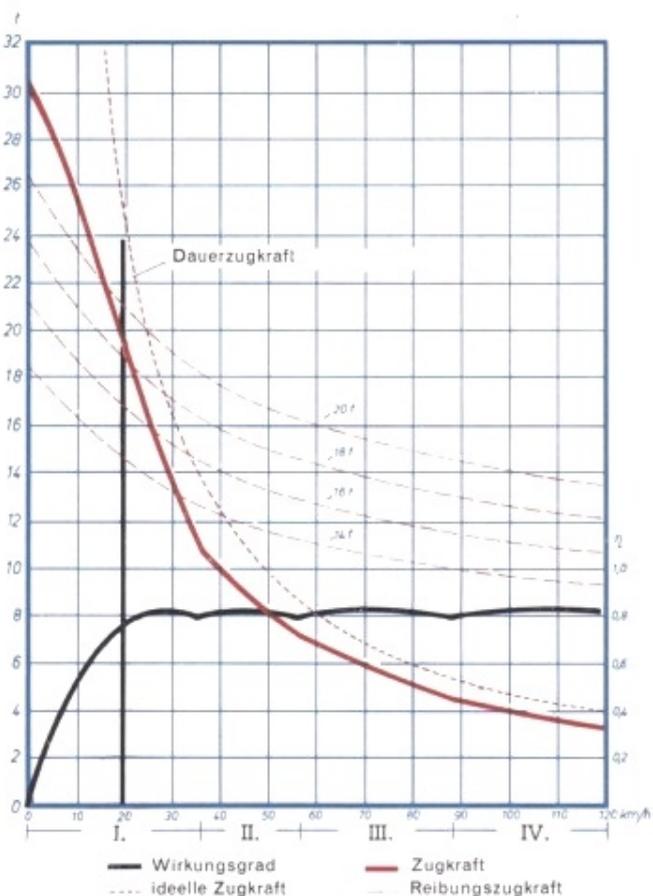


Mit solch einem Zugmittel dürften sich bei vielen Bahnen auch die größten zu bewältigenden Verkehrsaufgaben erfüllen lassen. Durch Zusammenkuppeln zweier solcher Schlepptriebwagen kommt man zu einer 4000 PS-Einheit, wobei beide Fahrzeuge selbstverständlich in Vielfachsteuerung von einem Führerstand aus gefahren werden können.

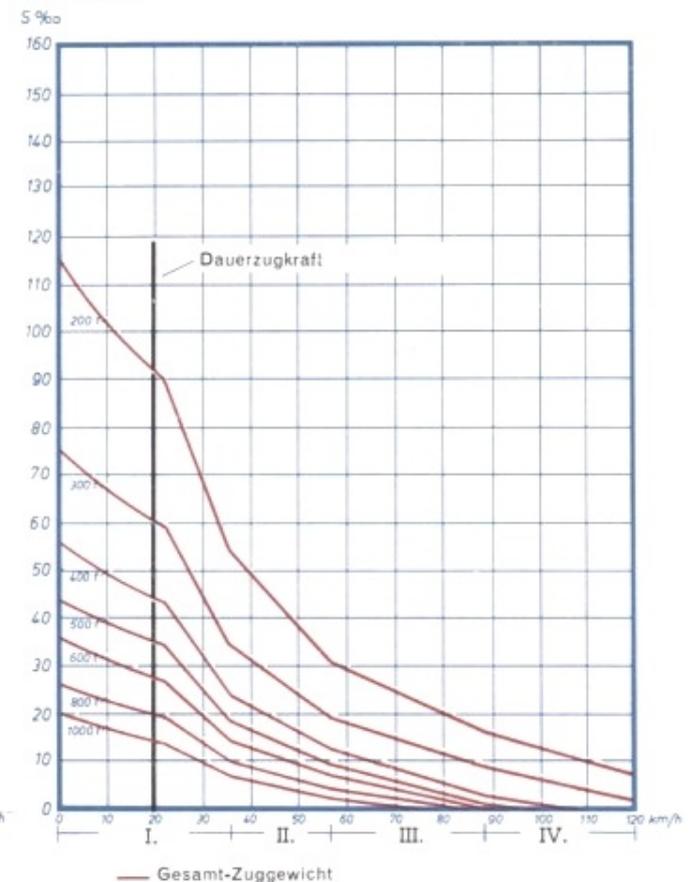
Bei Beschaffung von ein- und zweimotorigen Schlepptriebwagen, die nach Belieben ganz oder teilweise auch als Fahrzeuge für die Personenbeförderung ausgebildet werden können, lassen sich mithin, entsprechend den gerade vorliegenden Anforderungen, Zugeinheiten von 1000, 2000, 3000 und 4000 PS zusammensetzen.

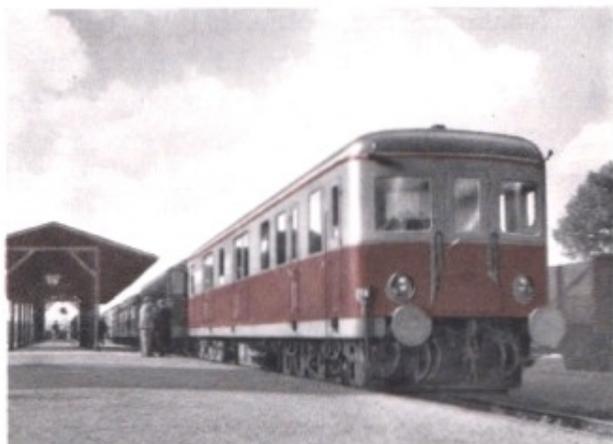
Dabei steht beispielsweise bei einer 2000 PS-Einheit unter Berücksichtigung der Reibungsgrenze und einer angenommenen Höchstgeschwindigkeit von 120 km pro Stunde je nach Achsdruck eine Anfahrzugkraft von 18,5 bis 26,5 Tonnen zur Verfügung. Da die Dauerzugkraftgrenze schon bei 20 km/Std. liegt, können die bei dieser Geschwindigkeit sich einstellenden Zugkräfte, die je nach Achsdruck 14,5 bis 21 Tonnen betragen, dauernd, d. h. ohne jede Zeiteinschränkung ausgeübt werden. Es heißt dies, daß beispielsweise Güterzüge von 1000 Tonnen Gesamtgewicht beliebig lange mit dieser Geschwindigkeit auf einer Steigung von 15‰ befördert werden können. Welch außergewöhnlicher Fortschritt sich bei dieser Art der Zugförderung im Personenverkehr durch Gewichtersparnis erzielen läßt, vermittelt am besten nachstehender Vergleich, bei dem davon ausgegangen ist, daß ein Schnellzug von 400 Tonnen von einer diesel-elektrischen Lokomotive von 2000 PS befördert werden soll. Das Gewicht einer solchen 2000 PS-Lokomotive kann mit 130 Tonnen angesetzt werden. Dies ist ein Mittelwert ausgeführter europäischer und

Zugkraft- und Wirkungsgradkurve eines 2000 PS-Schlepptriebwagens mit Mekydro-Kraftübertragung



Kennlinien Steigung Geschwindigkeit (SV-Diagramm) eines 2000 PS-Schlepptriebwagens für verschiedene Zuggewichte und einen Achsdruck von 18 to





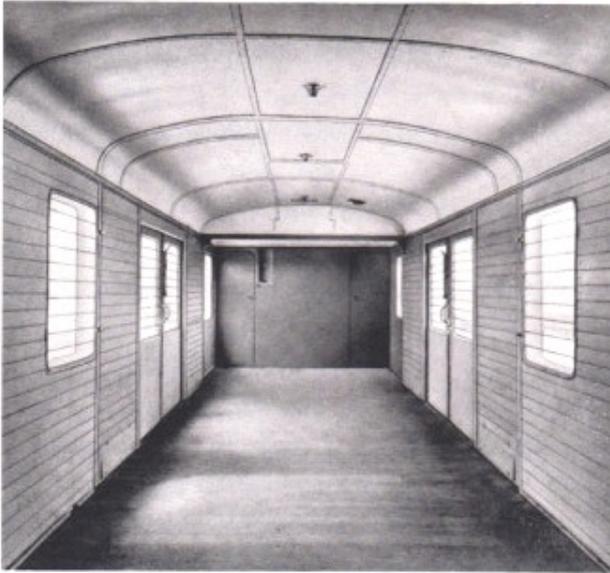
amerikanischer Bauarten. Es ergibt sich mithin für den zum Vergleich gewählten Schnellzug ein Gesamtzuggewicht von  $400 + 130 = 530$  Tonnen. Damit stünde eine spezifische Antriebsleistung von 3,8 PS pro Tonne zur Verfügung. Bei einem Reisezug solcher Größe kann angenommen werden, daß in der Regel mindestens ein Gepäckwagen von etwa 35 Tonnen Gewicht mitgeführt wird.

Setzt man an Stelle dieses Gepäckwagens einen doppelmotorigen Schlepptriebwagen gleichen Fassungsvermögens mit einer Maschinenleistung von 2000 PS, so würde sich ein Gesamtzuggewicht von  $400 - 35 + 65 = 430$  Tonnen ergeben. Man verfügt also beim Schlepptriebwagen über eine Antriebsleistung von 4,7 PS pro Tonne, was für die Zugförderung einer Leistungssteigerung von 23 % entspricht. Dies muß sich selbstverständlich in wesentlich höheren Reisegeschwindigkeiten auswirken, zumal der steile Anstieg der Wirkungsgradkurve eine sehr gute

*Oben:* Schlepptriebwagen der Deutschen Bundesbahn

*Unten:* Schlepptriebwagen im Güterverkehr





Beschleunigung zur Folge hat. Oder: Bei gleicher Antriebsleistung von 3,8 PS pro Tonne würde eine Schlepptriebwageneinheit von rund 1600 PS ausreichen, um dieselbe Verkehrsaufgabe zu bewältigen, die der 2000 PS-Lokomotive zugemessen ist.

Dieses Beispiel zeigt in anschaulicher Weise, daß Schlepptriebwagen in der Lage sind, an die Stelle erheblich stärkerer Diesellokomotiven zu treten. Sie sind daher berufen, in einem Leistungsgebiet verwendet zu werden, das bisher mangels geeigneter Motoren und Kraftübertragungen in der Regel der Lokomotive vorbehalten geblieben war. Es lassen sich also die Vorteile, die bei kleinen Zugeinheiten schon vor Jahren zur Einführung des Triebwagens geführt haben, nunmehr auch für große Leistungen verwirklichen.

Solche Schlepptriebwagen eignen sich für alle Betriebsarten, vom Personenzugdienst mit kurzem Stationsabstand bis zum Schnellzugdienst über größte Entfernungen, für den beschleunigten Güterdienst als auch als Vorspann für große Güterzüge und sind in der Lage, in beiden Fällen die leichtesten und schwersten Zugeinheiten des behandelten Leistungsbereiches zu befördern. Die weitgehende Variationsmöglichkeit in bezug auf die Zugzusammensetzung gibt den Betriebsabteilungen der Bahnen neue Möglichkeiten für eine vorteilhafte Fahrplangestaltung und damit beste Ausnutzung des Fahrzeugparkes. So kann man beispielsweise Schlepptriebwagen tags im Personen- und nachts im Güterverkehr einsetzen, für große Schnellzüge Doppelseinheiten benützen, sie bei geringerem Verkehrsanfall in zwei Einheiten trennen, für leichtere Personenzüge einmotorige Schlepptriebwagen verwenden u. a. m. Die damit erzielbare hohe kilometrische Ausnutzungsmöglichkeit der Schlepptriebwagen gestattet es wiederum, in bezug auf die Unterhaltung Methoden anzuwenden, die den höchstmöglichen Prozentsatz an Betriebsbereitschaft ergeben.



*Bild oben:* Packraum eines Schlepptriebwagens

*Bild Mitte und unten:* Gepäckübernahme

So ist es z. B. gerechtfertigt, den Einsatzdienststellen in erhöhtem Ausmaß Tauschaggregate in Gestalt vollständiger Maschinendrehgestelle, Motoren, abgedrehter Radsätze u. a. zur Verfügung zu stellen, die innerhalb der betriebsmäßigen Stilliegezeiten raschestens ausgewechselt werden können.

Hierdurch läßt sich die Zahl der in Reserve zu haltenden vollständigen Fahrzeuge auf ein Mindestmaß beschränken, und die Schlepptriebwagen können so lange in Betrieb bleiben, bis der wagenbauliche Teil einer Hauptüberholung bedarf.

Dadurch gelangt man zu einem außerordentlich hohen Prozentsatz an Einsatzbereitschaft zwischen den Hauptüberholungen.

Der Umstand, daß sämtliche Fahrzeuge mit dem gleichen Motor und der gleichen Kraftübertragung ausgerüstet werden können, vereinfacht und verbilligt sowohl personal- als auch materialmäßig die Unterhaltung erheblich.

Bei dieser neuen Art der Dieselzugförderung sind mithin alle Voraussetzungen für geringste Betriebskosten gegeben, womit man zu kürzesten Amortisationsfristen für den Beschaffungsaufwand gelangt.

Dabei ist zu beachten, daß der Kapitalaufwand bei Verwendung von Schlepptriebwagen wesentlich niedriger ist als bei Wahl vergleichbarer Diesellokomotiven, weil man neben der schon verzeichneten Tatsache des größeren Leistungsbedarfs der letzteren auch noch berücksichtigen muß, daß ein Zugverband mit Lokomotive immer noch einen Gepäckwagen benötigt, der im Schlepptriebwagen bereits enthalten ist.

Für besondere Verhältnisse, wie sie beispielsweise bei Neben- und Kolonialbahnen vorliegen, wo bei geringen zulässigen Achsdrücken und beschränkten Geschwindigkeitsanforderungen

1000 PS / 200—250 t



1000 PS / 300—500 t



2000 PS / 400—500 t



2000 PS / 600—1000 t



3000 PS / 600—750 t



3000 PS / 900—1500 t



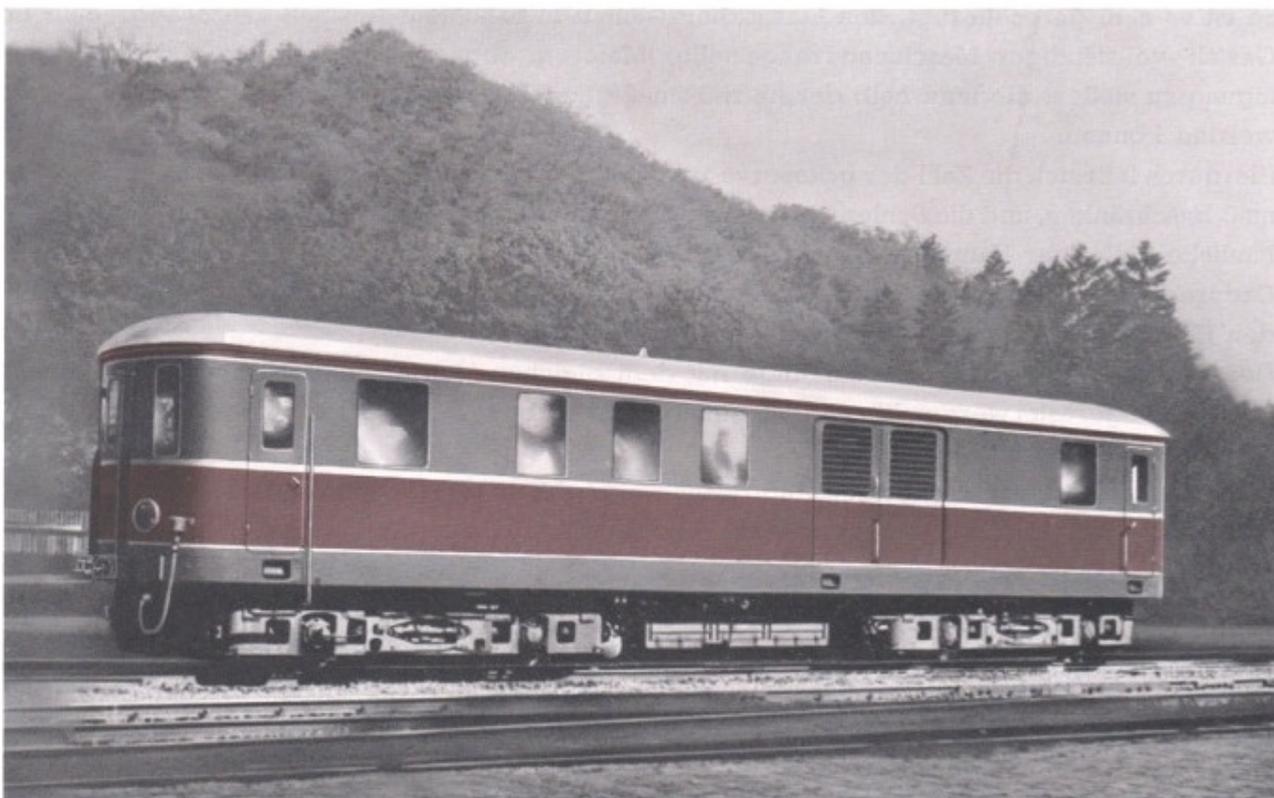
4000 PS / 800—1000 t



4000 PS / 1200—2000 t



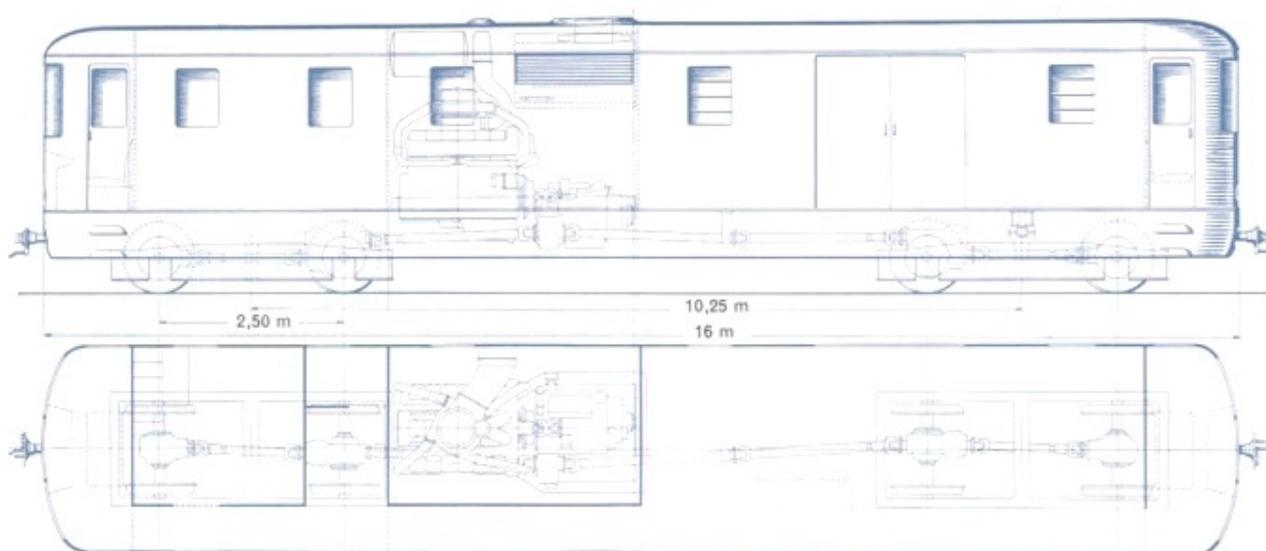
Variationsmöglichkeiten der Zugzusammensetzung bei Verwendung von Schlepptriebwagen

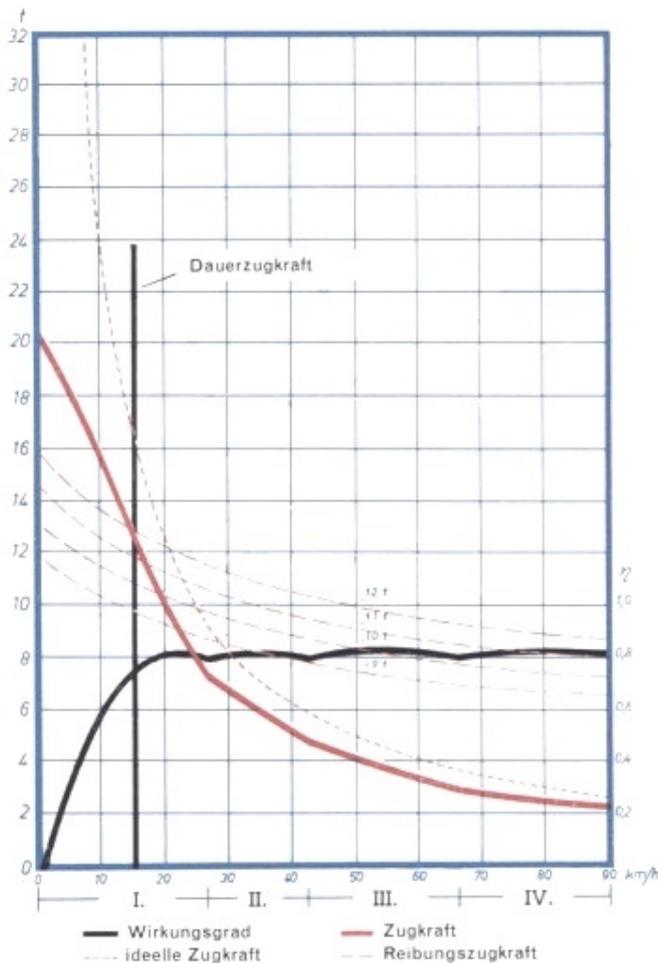


Oberes und unteres Bild: Vorschlag für einen 1000 PS-Schlepptriebwagen mit 4 angetriebenen Achsen

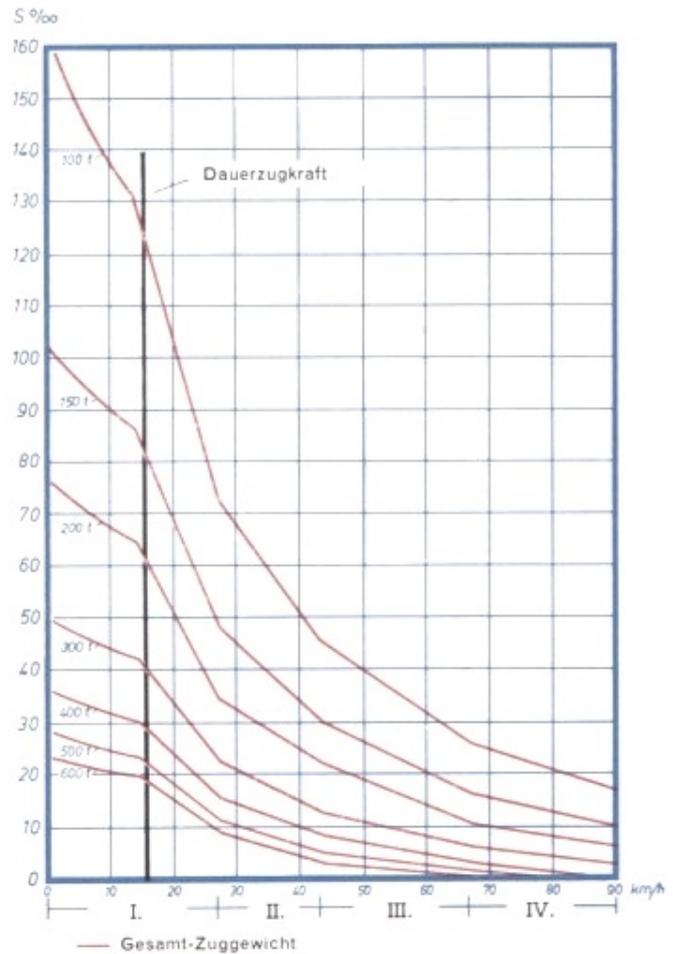
im Güterdienst gelegentlich recht schwere Zuglasten vielfach unter Überwindung größerer Steigungen befördert werden müssen, kann eine Sonderbauart des Schlepptriebwagens Verwendung finden.

Es handelt sich hier um ein einmotoriges Fahrzeug, bei dem die gesamte Maschinenanlage im Wagenkasten eingebaut und auf einem gemeinsamen Rahmen angeordnet ist. Dies ermöglicht eine ähnlich rasche Auswechslung des Antriebsaggregates wie beim Drehgestelleinbau. Die Nutzräume zu beiden Seiten des Maschinenraumes können als Gepäck-, Post- oder Fahrgasträume ausgebildet werden.





Zugkraft und Wirkungsgradkurve eines 1000 PS-Schlepptriebwegs mit Mekyll-Kraftübertragung und 4 angetriebenen Achsen



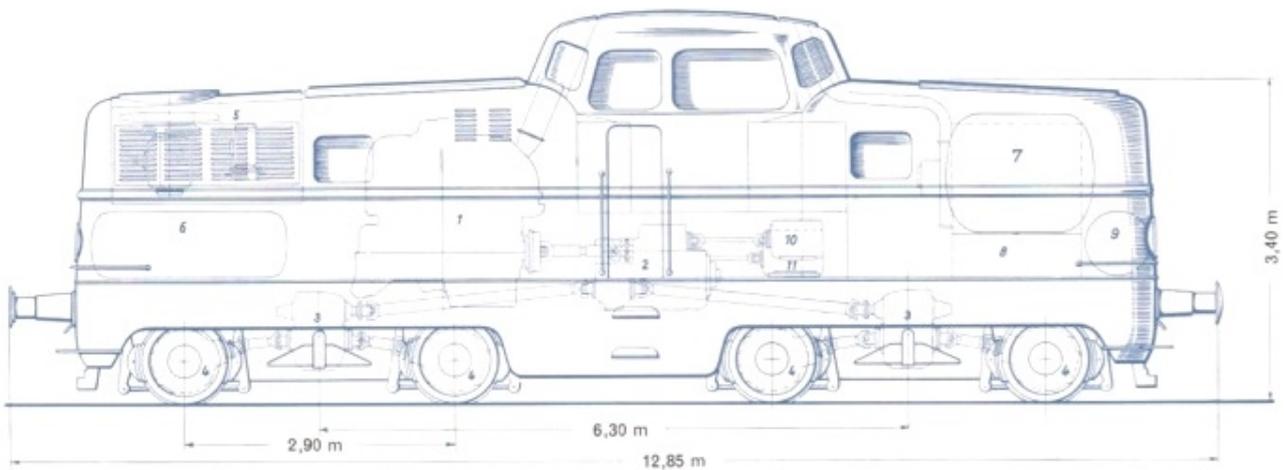
Kennlinien Steigung/Geschwindigkeit (SV-Diagramm) eines 1000 PS-Schlepptriebwegs für verschiedene Zuggewichte und einen Achsdruck von 12 t

Diese Anordnung ist besonders auch für Schmalspur geeignet, da man in der Durchbildung der Drehgestelle vollständig ungehindert ist. Ein solches Fahrzeug kann hinsichtlich seiner Länge und Ausführung sowie der vorzusehenden Maschinenleistung den jeweils vorliegenden Anforderungen angepaßt werden. Je nach Wunsch lassen sich Maschinenleistungen bis herab zu 300 PS einbauen sowie zwei oder vier Achsen antreiben. Desgleichen kann die Wagenkastenlänge in weiten Grenzen gewählt werden, entsprechend dem Laderaumbedarf, dem zulässigen Achsdruck, den zu befahrenden Kurven und dem Umgrenzungsprofil. Mit einer Antriebsanlage von 1000 PS ergibt sich z. B. für ein derartiges Fahrzeug mit vier angetriebenen Achsen je nach Ausführung und Wagenkastenlänge ein Dienstgewicht von etwa 36–48 Tonnen und damit ein Achsdruck von 9–12 Tonnen.

Da das ganze Gewicht Adhäsionsgewicht ist, lassen sich mit solchen 1000 PS-Fahrzeugen je nach Achsdruck Anfahrzugkräfte bis zu 15,8 Tonnen erzielen, und es steht schon bei 15 km/Std. eine Dauerzugkraft von 12,6 Tonnen zur Verfügung, wenn man von einer mit etwa 90 km/Std. angenommenen Höchstgeschwindigkeit ausgeht.

Die Beförderungsleistung geht aus dem obenstehenden SV-Diagramm hervor.

Solche Schlepptriebwagen ergeben unter den vorliegenden Sonderbedingungen die gleichen Möglichkeiten, wie sie eingangs behandelt wurden und versetzen die Bahn in die Lage, sowohl ihren Güter- als auch Personenverkehr zu bewältigen. Dabei ist der Betrieb auch bei geringem Verkehrsanfall, d. h. Mitnahme von nur wenigen Anhängern, immer noch rentabel, da die Motoren auch bei Teillast sehr wirtschaftlich arbeiten.



1000 PS-Rangier- und Streckenlokomotive der Deutschen Bundesbahn mit Maybach-MD-650-Motor und Mekydro-Getriebe

Lokomotivtechnischer Teil: Krauß-Maffei, München

- |                                   |                    |                  |                       |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| 1 Motor                           | 4 Achstriebe       | 7 Wasserbehälter | 10 Lüftergenerator    |
| 2 Mekydro-Getriebe                | 5 Kühlanlage       | 8 Heizkessel     | 11 Lichtanlaßmaschine |
| 3 Umschalt- und Verteilergetriebe | 6 Brennstoffanlage | 9 Heizölbehälter |                       |

## Nur noch Schlepptriebwagen ?

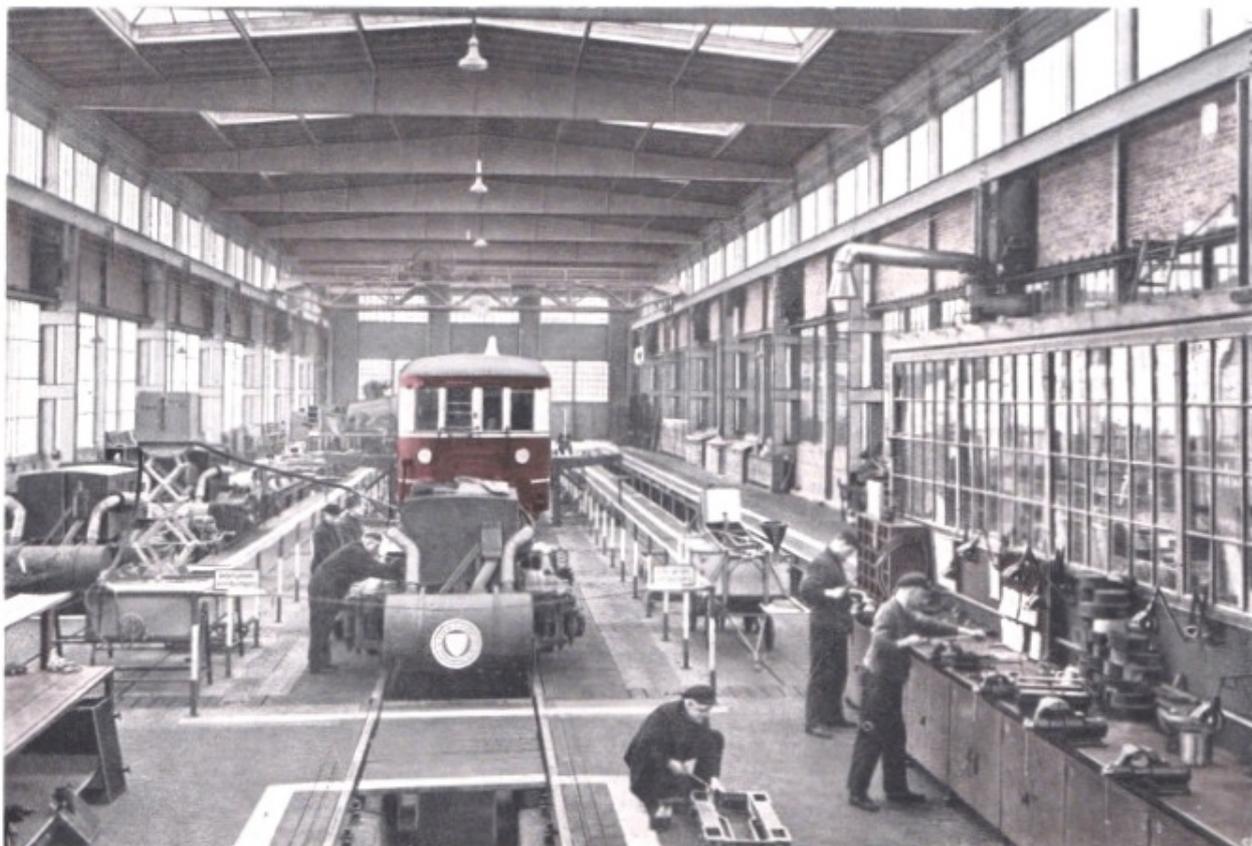
Die vorstehenden Ausführungen lassen erkennen, daß der Schlepptriebwagen angesichts seiner universellen Verwendbarkeit gewissermaßen das Kernstück der künftigen Diesellokomotive sein sollte. Das schließt jedoch keineswegs aus, daß andere Arten von Dieselfahrzeugen ihn in vorteilhafter Weise ergänzen können. So werden nach wie vor mit Erfolg reine Personentriebwagen, z. B. mehrteilige Schnelltriebwagen für den Fernverkehr und Triebwagen auf Haupt- und Nebenstrecken mit mäßigem Verkehrsanfall eingesetzt und gegebenenfalls auch im Zugverband mit Schlepptriebwagen gefahren werden können.

Ebenso kann für bestimmte Betriebsarten eine reine Diesellokomotive ihre Berechtigung haben. Das Hauptanwendungsgebiet der Diesellokomotive wird aber immer der Rangierdienst bleiben. Das neue Maybach-Motorenprogramm, das sich vom aufgeladenen 12-Zylinder-Motor mit 1200 PS über unaufgeladene und aufgeladene 12-, 8-, 6- und 4-Zylinder-Typen bis herab zu einer Leistung von 300 PS erstreckt, bietet in dieser Hinsicht alle Möglichkeiten, zumal die unaufgeladenen 4- und 6-Zylinder-Motoren von 300- bzw. 450 PS Leistung auch in liegender Anordnung für Unterflureinbau geliefert werden.

Von besonderer Bedeutung ist dabei noch, daß im Schlepptriebwagen auch für den großen Zugdienst die gleiche Motorenart verwendet werden kann, wie sie heute für die leichteren Dienste im Triebwagen bereits unentbehrlich ist. Damit wird eine Eisenbahnverwaltung in die Lage versetzt, nunmehr ihrer gesamten Diesellokomotive motorenmäßig eine einheitliche Ausrichtung zu geben und so ein Höchstmaß von Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Die Deutsche Bundesbahn hat diesen Weg bereits beschritten, indem sie sowohl für Triebwagen als auch für Diesellokomotiven gleiche Maschinenanlagen verwendet.

Bei Ergänzung des Schlepptriebwagenparkes durch solche Rangierlokomotiven und Personentriebwagen lassen sich praktisch auch alle Nebenaufgaben, die einer Bahn gestellt sind, erfüllen, und zwar, was für die gesamte Ersatzteilhaltung und den Instandsetzungsdienst entscheidend wichtig ist, mit weitgehend einheitlichen Maschinenanlagen. Denn nahezu alle wesentlichen und vor allen Dingen dem Verschleiß unterliegenden Teile der verschiedenen Maybach-Motoren, die sich praktisch nur durch ihre Zylinderzahl unterscheiden, sind gleich und auswechselbar.

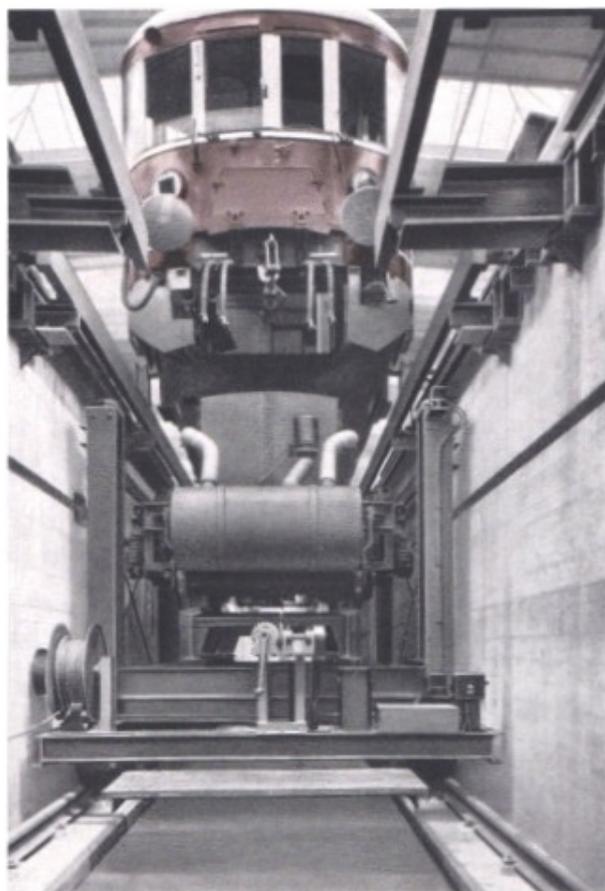


Blick in eine Ausbesserungswerkstatt der Deutschen Bundesbahn

Bild unten: Drehgestellsenke

Aber auch aus folgenden Gründen vereinfacht die Verwendung von Schlepptriebwagen an Stelle von schweren diesel-elektrischen Lokomotiven den Unterhaltungsdienst: Die großen Abmessungen und das hohe Gewicht langsamlaufender Motoren zwingen nämlich dazu, eine Reihe von Instandsetzungsarbeiten an den Einsatzdienststellen selbst durchzuführen, will man den Zeitverlust für die jeweilige Überführung der Lokomotive in ein Ausbesserungswerk vermeiden. Infolgedessen ist es notwendig, diesen Dienststellen entsprechend ausgebildetes Personal, darunter auch elektrotechnisch geschultes, zur Verfügung zu stellen, und die Betriebserfolge hängen damit wesentlich von diesem Personal ab.

Demgegenüber läßt sich bei Verwendung der Maybach-Maschinenaggregate das vollständige Maschinendrehgestell binnen weniger Stunden gegen ein Ersatzdrehgestell auswechseln, und es liegt dann ganz im Ermessen der Bahn, ob und gegebenenfalls welche Instandsetzungs-



arbeiten sie der Einsatzdienststelle oder aber einer eigens dafür eingerichteten Reparaturwerkstatt überlassen will. Für eine solche Werkstatt ist ein kleiner Stab von Fachkräften, die sich bei der Einheitlichkeit der Maschinenanlagen bald mit ihrer Aufgabe vertraut machen können, ausreichend. Auch beim Wagenkasteneinbau läßt sich dank der geringen Abmessungen und der niedrigen Gewichte der Maybach-Aggregate das Austauschverfahren in ähnlich vorteilhafter Weise bewerkstelligen. Dies ist ein ganz wesentlicher Punkt für industriell noch nicht hochentwickelte Länder, wo die Personalfrage ein großes Problem bildet.

### Ein Wendepunkt

Mit dem Eintritt des starken Fahrzeug-Dieselmotors in das Gebiet der großen Zugförderung bei gleichzeitigem Ersatz der elektrischen Kraftübertragung durch eine universell verwendbare, leichtere und billigere Übertragungsart steht die Dieselizegförderung heute an einem Wendepunkt.

Im Schlepptriebwagen verfügen die Bahnen nunmehr über ein Zugmittel, das es ihnen gestattet, ihren Betrieb auch im Bereich großer Leistungen in besonders vorteilhafter Weise auf die Dieselizegförderung umzustellen. Vorteilhaft auch hinsichtlich des dafür notwendigen Kapitalaufwandes, weil zunächst das gesamte bei einer Bahn vorhandene rollende Material so lange weiterverwendet werden kann, bis es im Zuge der sowieso notwendigen Erneuerung nach und nach einem modernen Wagenpark Platz macht. Dann allerdings ist ein optimales Verhältnis Nutzgewicht zu Gesamtgewicht erreicht, wie es sonst nur mit mehrteiligen, nach modernsten Gesichtspunkten neu zu bauenden Triebwagenzügen erzielt werden könnte.

Der Maybach-Motorenbau freut sich, an diesem Fortschritt bahnbrechend mitgewirkt zu haben und ist allen jenen Persönlichkeiten der europäischen Eisenbahnverwaltungen dankbar, die dazu beitrugen, dieses Ziel zu erreichen.





