

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

93. Jahrgang

15. Februar 1938

Heft 4

Diesellokomotiven großer Leistung.

Von Reichsbahnrat Boettcher, Aschaffenburg, und techn. Reichsbahnoberinspektor Reutter, München.

Hierzu Tafel 6 und 7.

Im nachstehenden Aufsatz wird zunächst ein geschichtlicher Überblick über die Entwicklung der Diesellokomotiven — insbesondere der verschiedenen Übertragungsarten — nach dem heutigen Stand der Technik gegeben. Dann wird der Bau der jüngsten Diesellokomotive der Deutschen Reichsbahn geschildert, und die Gründe angegeben, die zur Wahl der einzelnen Bauteile führten. Nach einer Beschreibung des Aufbaues dieser Lokomotive werden die Ergebnisse der bisherigen Probefahrten mitgeteilt und an Hand dieser Erfahrungen Hinweise gegeben, die beim Bau weiterer ähnlicher Lokomotiven verwendet werden können. Zum Schluß werden Ansichten über die Zukunftsaussichten der Diesellokomotive großer Leistung mitgeteilt.

Um die Jahrhundertwende hatte sich der klassische Dieselmotor als Antriebsmaschine für ortsfeste Anlagen und Schiffe durchgesetzt und begann durch immer weitere Vollendung in sprunghafter Entwicklung seinen Siegeszug auf alle Gebiete der Technik auszudehnen. Kein Wunder, daß den begeisterten Verfechtern dieses neuen Antriebsmittels auch das Gebiet der Zugförderung geeignet erschien, über kurz oder lang dem Dieselmotor erschlossen zu werden. Kein geringerer als Diesel selbst hat in Zusammenarbeit mit dem bekannten Eisenbahnfachmann Klose die erste Diesellokomotive mit direktem Antrieb entworfen und sie im Jahre 1908 der damaligen Kgl. Bayrischen Eisenbahnverwaltung angeboten. Das Angebot befindet sich heute bei den Akten des Reichsbahnzentralamtes München und verdient wohl als interessantes Dokument erwähnt und den Fachkreisen bekanntgegeben zu werden (Abb. 1). Eine Diesellokomotive nach jenen Entwürfen ist in den Jahren 1910 bis 1912 von der Gesellschaft für Thermo-lokomotiven Gebrüder Sulzer in Winterthur und Borsig Berlin gebaut worden. Ein Vierzylinder-Zweitaktmotor von 1000 PS, die Zylinder in „V“-Form angeordnet und auf eine Blindwelle wirkend, wurde als Antriebsmotor verwendet. Angefahren wurde mit Druckluft. Bei einer Geschwindigkeit von 10 km/Std. wurde Brennstoff eingeblasen. Um wirtschaftlich arbeiten zu können, wurde der Druck der Verbrennungsluft geregelt. Die ersten Versuchsfahrten der 95 t schweren Lokomotive verliefen befriedigend. Sie zeigten auf jeden Fall, daß die theoretischen Erkenntnisse richtig und daß es möglich sein würde auf dem Wege des direkten Antriebes das Ziel zu erreichen. Daß die bauliche Entwicklung des Motors damals für diese Zwecke noch nicht genügend ausgereift war, ist von untergeordneter Bedeutung für die Beurteilung der geleisteten Pionierarbeit. Die Versuchsfahrten wurden durch den Bruch der Blindwelle unterbrochen, dann kam der Krieg und erst 25 Jahre später wurde an die damals eingeleitete Entwicklung angeknüpft und von den Deutzer Motorenwerken eine direkt angetriebene Diesellokomotive ähnlicher Leistung, aber abgewandelter Form gebaut, die verspricht, den alten damals zuerst in die Tat umgesetzten Ideen zum Siege zu verhelfen.

Dieser scheinbare Mißerfolg des direkten Antriebes führte zu einer Reihe von Entwürfen — die zum Teil verwirklicht worden sind —, unter Verwendung eines Übertragungsmittels dem Dieselmotor den Eingang in das Gebiet des Fahrzeugantriebes zu ermöglichen. Die Gründe für die bisher als notwendig erachtete Verwendung eines Übertragungsmittels liegen im Motor selbst, sind in dessen Eigenschaften zu suchen und können hier als bekannt vorausgesetzt werden. Der

Meinungsstreit im Schrifttum über die Zweckmäßigkeit der einzelnen Übertragungsarten ist so alt wie der Motor selbst. Zahlenmäßig überwiegen bei den bisher ausgeführten Diesellokomotiven die mechanischen und elektrischen Übertragungen.

Gesellschaft für Thermo-lokomotiven
Diesel-Riosz-Sulzer
(G. m. b. H.) K. E. Staatsministerium München, den 20. Juni 1908.
München, Maria-Theresien-Str. 10/11 für Verkehrsangelegenheiten
Präses: 22 JUN 1908 JH
An das Königlich Bayerische Staatsministerium
für Verkehrsangelegenheiten,

Betreff: Thermo-Lokomotive.

München

Im Anschluss an unseren Besuch vom 14. April l. J. gestatten wir uns, inliegend ein Memorandum über die Eigenschaften der Thermo-Lokomotive ergeben zu überreichen und gewärtigen gerne Ihnen uns seinerzeit in Aussicht gestellten Ruf zu einer weiteren Besprechung dieser Angelegenheit.

Bei dieser Gelegenheit bestätigen wir die am 14. April erfolgte Übergabe folgender Aktenstücke:

1. Unsere Zeichnung Aktennummer VII 1 Lokomotive von 1500 PS eff. Leistung Projekt 1908.
2. unsere Zeichnung Aktennummer VII 2 Kurven der Zugkräfte und Zuggewichte für diese Lokomotive,
3. eine Beschreibung dieser Lokomotive mit dem Datum des 10. April 1908.

Hochachtungsvoll
Gesellschaft für Thermo-Lokomotiven
Diesel-Riosz-Sulzer
(G. m. b. H.)
K. E. Staatsministerium München

Abb. 1.

Bei der mechanischen Übertragung unterscheidet man zwei grundsätzlich verschiedene Bauarten. Die sogenannten Schaltgetriebe sind Zahnradgetriebe, bei denen die verschiedenen Geschwindigkeiten (Gänge) wie beim Kraftwagen geschaltet werden, d. h. die Zahnräder sind nicht dauernd im Eingriff. Solche Schaltgetriebe scheiden für größere Leistungen aus, denn schon bei Leistungen von etwa 30 PS an verursacht das Schalten Schwierigkeiten. Sie sind aber viel verwendet worden,

so bei den ersten Kleinlokomotiven der Deutschen Reichsbahn der Leistungsgruppe 1. Die zweite Gruppe hat Zahnräder, die dauernd miteinander im Eingriff stehen. Hier werden die verschiedenen Geschwindigkeiten dadurch erhalten, daß das eine lose Zahnrad mit seiner Welle durch Konus- oder Lamellenkupplungen gekuppelt wird. Dieser Vorgang wird entweder durch mechanisches Schalten herbeigeführt, wobei Federn für den richtigen Kupplungsdruck sorgen, oder durch Schalten von Hilfseinrichtungen, durch die Öldruck oder Elektromagnete gesteuert werden, die die Kupplungen einrücken. Um die Kupplungen zu schonen, wurden die Umschaltgeschwindigkeiten und die zugehörigen Motordrehzahlen auf den Meßgeräten gekennzeichnet. Da solche Getriebe noch immer bestimmte Anforderungen an den Fahrer dieser Fahrzeuge stellen, wurden im letzten Jahrzehnt — besonders für Dieseltriebwagen — sogenannte synchronisierte Getriebe entwickelt, die nur bei den richtigen Motordrehzahlen und den entsprechenden Fahrgeschwindigkeiten geschaltet werden können. Diese Getriebe sind für kleine und mittlere Leistungen brauchbar, insbesondere zeichnen sie sich durch hohen mechanischen Wirkungsgrad aus, der durch gehärtete und genau geschliffene Zahnräder erzielt wird. Als Nachteil der meisten dieser Getriebe ist die unterbrochene Zugkraft beim Schalten anzusehen. An Versuchen, diesen, im Zugförderdienst sich besonders unangenehm bemerkbar machenden Mangel zu beseitigen oder zu mildern, indem man die Zugkraft wenigstens nicht bis Null absinken läßt, fehlt es nicht. Für kleinere Leistungen werden sogenannte Überholungskupplungen (Ardelt) mit Erfolg verwendet. Für größere Leistungen, worunter solche von 1000 PS aufwärts verstanden werden, wird der mechanische Antrieb schwer und dementsprechend teuer, und beansprucht zur räumlichen Unterbringung einen Platz, der auf Schienenfahrzeugen nicht zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Anwendung der elektrischen Übertragung ergibt technisch keine Schwierigkeiten. Der Bau derartiger Lokomotiven ist ohne jedes Wagnis, da schon lange bekannte Elemente verwendet werden. In der Größe — soweit praktisch erforderlich — unbeschränkt, ist dieser Übertragung z. Z. die wirtschaftliche Grenze durch den hohen Preis der eingebauten dreifachen Leistung gesetzt. Für die Verwendung im Zugförderdienst ist die dieselektrische Lokomotive genau so geeignet wie die Dampflokomotive, deren mit Recht als „Ideal“ bezeichnetes Zugkraftdiagramm sie ebenfalls aufweist.

Außer diesen beiden erwähnten Übertragungsmitteln, also mechanisch und elektrisch, ist in den letzten zehn Jahren ein Versuch unternommen worden, Druckluft zur Kraftübertragung für Diesellokomotiven größerer Leistung zu verwenden. Einen Vorgänger, zwar nicht in der Verwendung von Druckluft, aber von Druckgasen — verdichtete Abgase des Motors —, hatte diese Lokomotive bereits in einer 100 PS Lokomotive der Maschinenbauanstalt Görlitz aus dem Jahre 1924, die die Verwendungsmöglichkeit der Übertragung durch gasförmige Stoffe bewies. Die 1200 PS Dieseldruckluftlokomotive der Deutschen Reichsbahn erzeugte in einem vom Motor angetriebenen Verdichter Druckluft, die von den Abgasen des Motors weiter erhitzt und dann den Zylindern zur Arbeitsleistung zugeführt wurde. Zu erwartende günstige wirtschaftliche Ergebnisse, vor dem Bau der Lokomotive rechnerisch ermittelt, verbunden mit der Möglichkeit, das bewährte Triebwerk der Dampflokomotive beizubehalten, berechtigten zu der Hoffnung, eine brauchbare Diesellokomotive zu erhalten. Inzwischen ist diese Lokomotive nicht mehr im Betrieb und schon sind neue Übertragungsarten entwickelt worden, die nach dem heutigen Stand der Technik mehr versprechen. Bei alledem ist es vielleicht doch zweckmäßig, bei dieser bemerkenswerten Bauart, die trotz ihres Mißerfolges eine technische Leistung darstellt, einen Augenblick zu verweilen. An dieser

Lokomotive war eigentlich alles neu. Die Übertragung war neu, der Verdichter war neu, der Kühler war neu und letzten Endes der Motor ein alter Unterseebootmotor, aber kein erprobter Lokomotivmotor. Man hat sich damals etwas übernommen. Dieser Tatbestand und die verwickelte Vielteiligkeit, die eine außerordentlich schwere Bedienbarkeit und — was meistens damit zusammenhängt — große Empfindlichkeit zur Folge hatte, sind die tieferen Ursachen des Mißerfolges, nicht die Unmöglichkeit, Druckluft wirtschaftlich als Kraftübertragungsmittel für Großdiesellokomotiven zu verwenden.

Als jüngstes erfolgversprechendes Übertragungsmittel gesellte sich zu der Schar der bereits geschilderten für große Leistungen das hydraulische Getriebe, das von der Firma Voith, Heidenheim, für die neue 1400 PS Diesellokomotive der Deutschen Reichsbahn durchgebildet worden ist. Auch der Gedanke, als Übertragungsmittel Flüssigkeiten zu verwenden ist nicht neu und wurde vor Jahren bereits von Lenz und Janneg verwirklicht. Eine Schaltung ohne Unterbrechung der Zugkraft war zwar bei einer — eine gewisse Weiterentwicklung des ursprünglichen Lenz-Getriebes darstellenden — Ausführung möglich, die für kleine Schiebelokomotiven der Deutschen Reichsbahn verwendet worden ist. Aber die Unmöglichkeit, bei hohen Öldrücken und der dadurch gegebenen Erwärmung des Öles dichte Kolben zu erzielen und vor allen Dingen zu erhalten, setzte den Wirkungsgrad so stark herab, daß von weiteren Ausführungen dieser Art abgesehen wurde. Die Verwendung von Flüssigkeiten zur Kraftübertragung bei Schienenfahrzeugen ruhte dann eine Reihe von Jahren.

Erst der Firma Voith gelang es als erste, brauchbare — auf der Anwendung des Föttingerprinzips beruhende — Ölgetriebe kleinerer Leistung zu entwickeln und es ist das Verdienst dieser Firma, den Sprung von Getrieben von 2 bis 300 PS, wie sie damals gebaut wurden, auf ein Getriebe von 1400 PS gewagt zu haben. Der Erfolg — das sei vorweggenommen — ist da und damit die Brauchbarkeit dieser Getriebe für hohe Leistungen unter Beweis gestellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei dem heutigen Stand der Technik für Diesellokomotiven kleiner Leistung sowohl erprobte mechanische als auch elektrische und hydraulische Übertragungen zur Verfügung stehen. Für Großdiesellokomotiven kommen z. Z. nur die beiden letztgenannten in Frage und es wird eine Frage des Gewichtes und des Preises sein, welche dieser Übertragungen das Feld behaupten wird. Der Kampf geht weiter, ist noch nicht entschieden und außerdem tritt aber wieder die ohne jede Übertragung arbeitende Diesellokomotive auf den Plan und beansprucht ihr Lebensrecht. Hierauf und auf die Aussichten der Diesellokomotive im allgemeinen einzugehen, soll für den Schluß dieses Aufsatzes vorbehalten sein.

Die jüngste Diesellokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Seit dem Baubeginn der 1200 PS Dieseldruckluftlokomotive sind rund zehn Jahre vergangen. Neu durchgebildete — inzwischen bewährte — hydraulische Übertragungsmittel für Dieselschienenfahrzeuge kleinerer Leistung ließen es angezeigt erscheinen, dieses Übertragungsmittel auf seine Brauchbarkeit für Großdiesellokomotiven zu untersuchen und im praktischen Betrieb zu erproben. So entschloß sich die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1934, verschiedene Entwürfe für Großdiesellokomotiven ausarbeiten zu lassen. Einer dieser Entwürfe ist ausgeführt worden, jene dieselhydraulische Lokomotive, die auf der Jahrhundertausstellung in Nürnberg und auf der Pariser Weltausstellung der Öffentlichkeit vorgeführt worden ist.

Der Dieselmotor hatte in der Nachkriegszeit eine immer gesteigerte Vervollkommnung erfahren, die es gestattete, ohne auf die Wahl eines bestimmten Motors angewiesen zu sein, ein

Leistungsprogramm aufzustellen und, ausgehend von der erforderlichen Zughakenleistung, einen diesem Programm entsprechenden vorhandenen erprobten Motor auszuwählen. Es verdient dies besonders erwähnt zu werden. Es zeigt den hohen Stand der Motorentechnik und gibt von vornherein größere Erfolgsaussichten, da — abgesehen von Bauteilen untergeordneter Bedeutung — die einzige wirklich unbekannte Größe die Kraftübertragung blieb.

Leistungsprogramm.

Das gestellte Leistungsprogramm hängt eng mit dem Bestreben zusammen, den bisher von Dampflokomotiven bedienten Verkehr auf Nebenbahnen aufzulockern und durch Beschleunigung dieses Verkehrs und dichtere Zugfolge zeitgemäßer zu gestalten. Unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit bedeuteten Maßnahmen dieser Art, Umstellung des Personenverkehrs auf kleine Einheiten, also auf Triebwagen, wobei zur Frage der zweckmäßigsten Kraftquelle zum Antrieb dieser Einheiten hier nicht Stellung genommen werden soll. In Verfolg dieser Maßnahmen ergibt sich die Notwendigkeit, den bisher mit besonderen Güterzügen oder auch mit gemischten Zügen bewältigten Güterverkehr durch motorisch angetriebene Zugmaschinen zu befördern. Den Güterverkehr auf diesen Strecken weiter mit Dampflokomotiven zu fahren, bedingt Beibehaltung und Unterhaltung der erforderlichen Behandlungsanlagen für Dampflokomotiven einschließlich Vorhaltung des erforderlichen Personals. Diese Maßnahme wäre eine Halbheit und stellt die Wirtschaftlichkeit des Triebwageneinsatzes in Frage, wenn sie ihn nicht von vornherein unwirtschaftlich macht! Ersatz dieser bisher Güterzüge befördernden Dampflokomotiven durch motorisch angetriebene Fahrzeuge heißt bei dem heutigen Stand der Technik: Bau entsprechend starker Diesellokomotiven. Diese Regelung — also Vollmotorisierung dafür geeigneter Strecken — war bisher noch nicht durchführbar, da keine geeigneten Motorlokomotiven vorhanden waren. Um diesen bei dem ständig wachsenden Triebwageneinsatz sich immer stärker bemerkbar machenden Mangel abzustellen, ist die 1400 PS dieselhydraulische Lokomotive gebaut worden. Das gestellte Leistungsprogramm trägt diesen betrieblichen Anforderungen Rechnung.

Gefordert wurde:

1. die Lokomotive soll auf Nebenbahnen, deren Personenverkehr auf Triebwagen umgestellt ist, Güterzüge von 500 t auf der Steigung 1:100 mit einer Geschwindigkeit von 30 km/Std. befördern,
2. sie soll auf Hauptbahnen übergehen und eine Geschwindigkeit von 100 km/Std. erreichen,
3. sie soll in der Lage sein, Züge zu schieben und für diesen Zweck mit Fernsteuerung ausgerüstet werden,
4. sie soll die Beleuchtung des Zuges übernehmen und
5. soll sie an den Stirnwänden Übergangstüren für Zwecke des „Leig“-Verkehrs erhalten.

Bei den ersten Besprechungen im Sommer 1934 wurde die Erfüllung dieser Punkte als Forderung aufgestellt und in großen Zügen die grundsätzliche Anordnung besprochen. Die dann aufgenommenen Arbeiten, die im engsten Benehmen mit dem Reichsbahnzentralamt München schnell gefördert wurden, führten zur Aufstellung des dem Preisangebot zugrunde liegenden ersten Entwurfes, der zwar noch häufig kleineren Änderungen unterworfen war, in seiner grundsätzlichen Anordnung aber geblieben ist (Abb. 1 und 2, Taf. 6).

Wahl der Motoren.

Überschlägige Rechnungen nach den bekannten Formeln ergaben zur Beförderung des 500 t-Zuges auf der Steigung 1:100 und einer Geschwindigkeit von 30 km/Std. eine Leistung am Radumfang von runr 900 PS. Der Wirkungsgrad des

Flüssigkeitswandlers bei dieser Geschwindigkeit wurde mit 82%, der mechanische Wirkungsgrad des gesamten Getriebes von der Blindwelle bis zur Motorwelle mit 90% in Rechnung gestellt, so daß sich eine erforderliche Leistung an der Motorwelle von 1250 PS ergab. Der erforderliche Gesamtaufwand für die Hilfsbetriebe wurde mit 110 PS ermittelt und zwar:

a) für den Bremsluftpresserantrieb	15 PS
b) für den Lüfterantrieb	45 PS
c) für die Kühlwasserpumpe	10 PS
d) für den Heizkessel	1 PS
e) für den Anlaßluftpresser	1 PS
f) für die Zugbeleuchtung	25 PS

110 PS.

Die zu klärende grundsätzliche Frage lautete nun: Nimmt man einen Motor, der die Gesamtleistungen — also einschließlich der Leistungen der Hilfsbetriebe — abgibt oder sieht man für die Hilfsbetriebe einen besonderen Hilfsdiesel vor und macht sie auf diese Weise vom Hauptdiesel unabhängig. Gewiß können auch bei schadhaftem Hauptdiesel gut arbeitende Hilfsbetriebe die Lokomotive nicht zum Fortbewegen veranlassen, wenn auch nicht verschwiegen werden soll, daß man sich vorübergehend ernstlich mit der Frage befaßt hat, den Hilfsmotor bei schadhaftem Hauptdiesel zum Abschleppen der Lokomotive zu verwenden. Es bietet aber z. B. eine gewisse Beruhigung, den Anlaßluftpresser für den Hauptdiesel von diesem unabhängig zu wissen, besonders wenn, wie in dem vorliegenden Fall, ein Anwerfen des Hauptdiesels durch Anschieben der Lokomotive — bedingt durch das Flüssigkeitsgetriebe — nicht möglich ist. Weiter wäre es im ersten Fall erforderlich gewesen, an Stelle des schließlich gewählten Achtzylindermotors einen Neun- oder Zehnzylindermotor einzubauen. Die Lokomotive wäre dann durch die erforderliche größere Baulänge erheblich teurer und schwerer geworden, als bei der Wahl eines besonderen Hilfsdiesels. Schließlich wäre die Abnahme der Hilfsbetriebeleistung vom Hauptdiesel bei Wahl mechanischer Antriebe wesentlich verwickelter, bei Wahl der elektrischen Übertragung auch nicht einfacher geworden als bei der jetzigen Anordnung mit einem besonderen Hilfsdiesel.

Als Hauptdiesel stand ein geeigneter Motor der MAN. WV 30/38 zur Verfügung, der in seiner Achtzylinderausführung bei 50% Aufladung und 700 Umdr./Min. 1400 PS abgibt und bereits serienmäßig erbaut worden war. In seiner robusten Ausführung konnte er — als für den Zugförderdienst besonders geeignet — bedenkenlos gewählt werden. Als Antriebsmotor für die Hilfsbetriebe wurde die Bauart WV 15/18 derselben Firma gewählt. Der Sechszylindermotor dieser Reihe gibt bei 1500 Umdr./Min. 150 PS ab. Da nur 110 PS erforderlich waren, wurde die Drehzahl auf 1100 Umdr./Min. herabgesetzt. Außer dieser Sicherheit, die zur Erzielung langen störungsfreien Betriebes erwünscht war, mußte darauf bedacht genommen werden, freie Massenkräfte weitgehend zu vermeiden, da der Hilfsdiesel — mit einem 80 kW-Generator gekuppelt — auf das Umlaufblech gestellt werden mußte. Der also nicht bis zur Grenze seiner Leistungsfähigkeit ausgenutzte Hilfsdiesel gibt die Gewähr für einwandfreien Betrieb, so daß man auch den einmal aus Vorsichtsgründen geäußerten Gedanken, eine Antriebsmöglichkeit des Generators vom Getriebe aus vorzusehen, als zu weitgehend fallen ließ.

Achsanordnung.

Punkt 1 des Leistungsprogramms bedingt — da Nebenbahnbetrieb vorgeschrieben — die Begrenzung des Achsdruckes auf 15 t. Bei dem durch Flüssigkeitsübertragung gegebenen gleichmäßigen Drehmoment war — unter Zugrundelegung einer Reibungsziffer von 0,22 — mit drei gekuppelten Achsen auszukommen. Weiter waren zur Unterbringung des

Gewichtes zwei Laufachsen erforderlich. Man wählte die Achsanordnung 1C1, die ein in beiden Fahrtrichtungen gleichwertiges Fahrzeug ergab. Mit Rücksicht auf einwandfreie Führung bei 100 km/Std. dachte man vorübergehend an Drehgestelle. Diese Maßnahme hätte eine längere Lokomotive und entsprechend höhere Baukosten ergeben. Man blieb bei der Führung durch Laufachsen und wählte Bisselachsen mit besonderer Rückstellvorrichtung, die sich im Betriebe vorzüglich bewährt haben.

Da die Lokomotive in erster Linie Güterzüge befördern sollte, wurde der Treibraddurchmesser auf 1400 mm festgesetzt. Der Raum über den Achsen konnte dann für Kühler, Hilfsdiesel usw. gut ausgenutzt werden. Die sich beim Raddurchmesser von 1400 mm und Fahrgeschwindigkeiten von 100 km/Std. ergebenden Radumdrehungszahlen von 380 Umdr./Min. sind zwar reichlich hoch, haben aber bisher zu keinen Anständen geführt. Als Laufraddurchmesser wurde 850 mm gewählt.

Stangen- und Einzelantrieb.

Nach Festlegung der Achsanordnung war die Frage zu klären: Einzelachsantrieb oder Stangenantrieb mit Blindwelle? Konstruktiv lösbar waren beide Anordnungen. Einzelachsantrieb kam — da er wesentlich teurer geworden wäre — nur dann in Frage, wenn zwingende Gründe die Wahl des Stangenantriebes ausschließen würden. Ein solcher wäre z. B. die Unmöglichkeit, das bei Stangenantrieb in einem Block vereinigte Getriebe — einschließlich Hochgang und Wendegeriebe — zwischen den Lokomotivrahmen unterzubringen.

Die Drehzahl des Flüssigkeitsgetriebes wurde, da die Durchmesser durch die oben genannte Forderung begrenzt und gegeben waren, zu $n = 1800$ Umdr./Min. rechnerisch ermittelt. Damit war die Hochgangübersetzung vom Motor zum Getriebe mit $700:1800 = 1:2,57$ und — unter Annahme eines Schlupfes im Flüssigkeitskreislauf von 30 Umdr./Min. bei 100 km/Std. Fahrgeschwindigkeit — die Untersetzung vom Flüssigkeitsgetriebe zur Blindwelle mit $1770:380 = 4,65:1$ gegeben. Die Untersetzung wurde durch Zwischenschalten einer besonderen Welle, der sogenannten Wendewelle, auf der die Wendeschaltung angeordnet wurde, aufgeteilt und zwar $2:1$ von der Getriebewelle zur Wendewelle und $2,33:1$ von der Wendewelle zur Blindwelle. Bedenken bestanden zunächst bezüglich der großen Tellerräder des Wendegeriebes. Bei einem Durchmesser von 1000 mm und einer Drehzahl von 885 Umdr./Min. bei Höchstgeschwindigkeit beträgt die Umfangsgeschwindigkeit 45 m/sec und liegt ungewöhnlich hoch. Da die Bedenken sich aber nicht auf die Festigkeit, sondern nur auf den möglichen Lärm bezogen, wurde die Ausführung beschlossen und schon die erste Probefahrt erwies, daß jede Besorgnis unbegründet war.

Ein weiterer Grund wäre — mit Rücksicht auf den geringen Treibraddurchmesser und den dadurch bedingten hohen Achsumdrehungszahlen — bei Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive eine übermäßig starke Peitschwirkung der Kuppelstangen. Bei dem konstruktiv möglichen Achsabstand von 1900 mm waren jedoch Befürchtungen dieser Art nicht zu hegen. Da weitere Gründe, die den Stangenantrieb ausschließen könnten, nicht ersichtlich waren, wurde er ausgeführt und die Blindwelle in Höhe der Achsmittle angeordnet.

Getriebe.

Wie bereits erwähnt, mußte das Getriebe einschließlich der erforderlichen Übersetzungen zwischen den Rahmenplatten Platz finden. Seine Breite war also festgelegt. Bei der Länge mußte auf möglichst gedrängten Bau hingearbeitet werden. Folgende Möglichkeiten standen beim Flüssigkeitsgetriebe zur Wahl: Flüssigkeitswandler-Flüssigkeitskupplung, Wandler-Wandler, Wandler-Wandler-Kupplung und schließlich Wandler-

Kupplung-Kupplung! Die betrieblichen Gründe, die zur Wahl der letztgenannten Anordnung führten, sollen kurz erwähnt werden. Den für das Anfahren erforderlichen Wandler beschränkte man, um erträgliche Wirkungsgrade zu erhalten, auf den Bereich von 0 bis 50 km/Std. Für den restlichen Bereich von 50 bis 100 km/Std. wäre auch mit einem Kreislauf auszukommen gewesen, und zwar mit einem Wandler oder einer Kupplung. Von der Verwendung eines weiteren Wandlers wurde mit Rücksicht auf die schlechteren Wirkungsgrade abgesehen, die man selbst bei Verwendung sogenannter Marschwandler (Wandler mit sehr flacher Wirkungsgradkurve) für Dauerbetrieb beim Ziehen großer Lasten nicht für tragbar hielt. Bei Wahl einer Kupplung müßte aber der Motor zwischen 50 und 100 km/Std. zwischen halber und voller Drehzahl arbeiten, da die Motordrehzahl sich im Kupplungsbetrieb nach der Sekundärdrehzahl richtet. Die Folge wäre, daß der Motor gerade in den Hauptfahrgeschwindigkeiten mit wesentlich verringerter Leistung gefahren wäre. Auch diese Lösung wurde abgelehnt. Blieben noch die zwei Möglichkeiten: Wandler-Wandler-Kupplung und Wandler-Kupplung-Kupplung! Bei der letzteren, die ausgeführt worden ist arbeiten die beiden Kupplungen gleichmäßig zwischen 50 und 100 km/Std. Die Umschaltgrenze liegt dann bei etwa 72 km/Std. Der Sekundärteil der im unteren Bereich arbeitenden Kupplung wurde mit der Übersetzung 1,41:1 versehen. Der Motor wird im Vergleich mit der Ausführung Wandler-Kupplung bedeutend weniger, und zwar um 30% statt 50% gedrückt; das Drehmoment ist auf der angetriebenen Seite 1,41mal größer. Gegen die Wahl von Wandler-Wandler-Kupplung sprach, daß die Hauptfahrgeschwindigkeiten in den Bereich des zweiten Wandlers gefallen wären. Das kleinere Übel schien, in diesem Bereich die erträgliche Motordrücke der ersten Kupplung in Kauf zu nehmen, zumal diese Anordnung eine gedrängtere Bauart des Getriebes ermöglichte!

Eine Frage blieb bei der gewählten Anordnung noch offen, nämlich die bauliche Durchbildung der Übersetzung für den angetriebenen Teil der Kupplung 1. Platz für Vorgelege üblicher Bauart stand nicht zur Verfügung. Man einigte sich schließlich trotz einiger Bedenken, die dann erst nach den ersten Probefahrten schwanden, auf das B-H-S Stoeckichtplanetengetriebe. Dieses war zwar in kleinen Ausführungen bekannt, für die geforderte Leistung aber noch nicht gebaut worden. Die Wahl dieses Getriebes bedingte beim Flüssigkeitsgetriebe die Ineinanderschachtelung dreier Wellen, eine Maßnahme, die man — wäre es möglich gewesen — lieber vermieden hätte, die aber zu keinen Anständen bei den bisherigen Fahrten geführt hat und nach den bisherigen Erfahrungen auch kaum führen wird.

Kühlung.

Das Problem der Rückkühlung ist für Thermolokomotiven wichtig. Von besonderer Wichtigkeit wird es für Thermolokomotiven mit Flüssigkeitsgetrieben. Die zahlenmäßige Angabe der abzuführenden Wärmemengen gibt das beste Bild von der Bedeutung der Kühlung. Als abzuführende Wärmemengen wurden ermittelt:

a) für Motorkühlwasser	475 000 kcal/Std. = 317 kcal/PS Std.
b) für Getriebeöl . . .	210 000 „ = 150 „
c) für Motorenöl . . .	70 000 „ = 47 „

Diese Wärmemengen waren nach Wahl der höchstzulässigen Temperaturen errechnet, die für Motorkühlwasser zu 85° C, für Getriebeöl zu 120° C und für Motorenschmieröl zu 65° C festgelegt wurden.

Günstig wirkt sich die Aufladung des Hauptdiesels bei der Bemessung der Kühlfläche für das Motorkühlwasser aus, da die Spülluft beim Druckspülen einen Teil der Wärme von den Zylindern, den Zylinderköpfen und den Kolbenböden abführt.

Bei gut gespülten Motoren kann man mit einer Wärmeabfuhr durch den Kühler von 300 kcal/PS Std. rechnen, das sind bei einem Brennstoffverbrauch von 170 g/PS Std. 19% der zugeführten Wärme, während bei einem Dieselmotor gleicher Leistung ohne Aufladung mindestens 28% = 500 kcal/PS Std. bei einem Brennstoffverbrauch von 180 g/PS Std. abgeführt werden müssen. Die Kühlfläche wird also bei Auflademotoren kleiner.

Der Berechnung der abzuführenden Wärmemengen wurde ferner zugrunde gelegt, daß mit dem Hauptdiesel ständig mit einer Dauerleistung von 1240 PS — entsprechend einer Aufladung von 30% — gefahren wird, und daß im Wandlerbereich des Getriebes (s. Leistungsprogramm) bei 30 km/Std. 500 t auf der Steigung 1:100 dauernd gezogen werden können. Diese Festlegung hat sich dann im Betriebe nicht ganz bewährt. Der Getriebeölkühler hätte größer sein sollen. Der Grund dafür — ein Punkt, dem man beim Entwurf nicht genügend Beachtung geschenkt hat — liegt darin, daß man im Betriebe öfter gezwungen ist, in zeitlich kurzen Abständen mit großer Last anfahren zu müssen, wobei infolge des niedrigen Anfahrwirkungsgrades des Wandlers erhebliche Temperatursteigerungen des Öles auftreten. Abhilfe durch Heranziehen des Fahrwindes zur Kühlung schaffen zu wollen ist abwegig, da der Fahrwind nur bei höheren Fahrgeschwindigkeiten wirksam zur Kühlung beiträgt. Abhilfe kann nur durch Vergrößerung der Kühlfläche geschaffen werden. Da auf Grund der Messungen später auf die Kühlung des Zahnradschmieröles der Getriebezahnräder einschließlich der Kegelräder des Wendetriebs verzichtet werden konnte, wurde die dafür vorgesehene Kühlfläche dem Getriebeölkühler zugeschaltet und dadurch für die Rückkühlung des Getriebeöles zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Auf die zusätzliche Kühlung durch den Fahrwind (Kühler an den Stirnseiten) wurde aus den erwähnten Gründen verzichtet, da im Bereich der höheren Geschwindigkeiten die Rückkühlung des Getriebeöles bei dem guten Wirkungsgrad der Flüssigkeitskupplungen kein Problem und die Rückkühlung des Motorkühlwassers auch bei der gewählten — konstruktiv bedeutend einfacher durchzubildenden — Anordnung beherrschbar war. Die Anordnung der Kühlanlage bereitet nach diesen Überlegungen keine besonderen Schwierigkeiten. Sie ergab sich mehr oder minder zwangsläufig aus Gewichts- und Platzrückichten, wobei es sich nicht ganz vermeiden ließ, zwischen der als richtig erkannten einwandfreien baulichen Gestaltung der Luftkanäle und dem tatsächlich zur Verfügung stehenden Platz auszugleichen.

Erwähnt sei noch die Regelung des Lüftermotors und damit die Regelung der Kühlwirkung überhaupt. Anzustreben war naturgemäß, den Lüfter in Abhängigkeit von den anfallenden abzuführenden Wärmemengen zu betreiben. Das war nicht möglich, da die vom Motorkühlwasser und vom Getriebeöl abzuführenden Wärmemengen nicht in einem bestimmten Verhältnis etwa zur Fahrgeschwindigkeit oder zur Motorleistung stehen, da wegen der verschiedenen Wirkungsgrade der Flüssigkeitskreisläufe bei Kupplungs- oder Wandlerbetrieb, und jeweils voller Momentabgabe des Motors, ganz verschiedene Wärmemengen anfallen. Es mußte also dafür gesorgt werden, daß der Kühler die größte anfallende Wärmemenge stets bewältigen kann und daß darüber hinaus eine Regelung gefunden wurde, die den geschilderten unterschiedlichen Bedingungen am besten gerecht wird. Von Vorteil erwies sich hierbei die Wahl der Füllungsregelung für den Hauptdiesel, die es ermöglichte, den Lüftermotor in Abhängigkeit von der Füllung, d. h. angenähert von der Leistung des Hauptdiesels zu schalten. Diese Schaltung hat sich bewährt und erfüllt weitgehend die gestellten Anforderungen. Um eine möglichst einfache Anordnung der elektrischen Schaltung zu erhalten, wurde die Regelung auf drei Stufen

beschränkt. Für den Winterbetrieb sind die üblichen Anordnungen vorgesehen, wie Drosselklappen in der Luftleitung, regelbare Kurzschlußleitung für das Motorkühlwasser usw.

Motorregelung.

Die zuerst bestehende Absicht, für den Hauptdiesel Drehzahlregelung vorzusehen, wurde nach eingehenden Überlegungen aufgegeben und Füllungsregelung aus rein praktischen Gründen gewählt. Der Führer kann dann die Überlast leichter erkennen, ohne Nachteil jede beliebige Stufe einstellen und hat u. E. mehr Gefühl für die Behandlung des Fahrzeuges als bei dem etwas „starren“ Schema der Drehzahlregelung.

Heizung.

Für die Zugheizung war zunächst an die Ausnutzung der Abgaswärme gedacht. Für den Stillstand und bei geringeren Leistungen wollte man eine Zusatzheizung verwenden. Diese Ausführung wäre wärmetechnisch und baulich möglich gewesen, aber die Berechnung der dann erforderlichen Heizfläche für den Wärmeaustausch ergab die stattliche Zahl von 150 qm, die beim besten Willen nicht unterzubringen war. Dabei war zugrunde gelegt, daß zehn Wagen mit einem stündlichen Dampfverbrauch von je 50 kg geheizt werden sollten. Dieser Weg wurde also verlassen und ein ölgefeuerter Kessel aufgestellt, dessen Bauart später beschrieben wird.

Aufbau der Lokomotive.

Eine kurze Beschreibung der Diesellokomotive ist in der Literatur*) bereits erschienen. Bezüglich des allgemeinen Aufbaues der Lokomotive beziehen wir uns darauf und beschränken uns auf eine Beschreibung der wichtigsten Teile.

Hauptdiesel.

Als Antriebsmotor wurde — wie bereits erwähnt — ein Achtzylinder-Viertaktmotor der MAN. Augsburg gewählt, der bei 30 cm Zylinderdurchmesser und 38 cm Hub bei 700 Umdr./Min. 920 PS und bei 50% Aufladung rund 1400 PS abgibt. Der Motor besitzt direkte Strahleinspritzung von oben und hat zwei Ein- und zwei Auslaßventile je Zylinder. Je zwei Ventile werden von einem Nocken mit einer gemeinsamen Stößelstange gesteuert. Die Einspritzventile sind ölgekühlt. Den Brennstoff liefert eine MAN.-Einspritzpumpe, die nach dem Überstromprinzip arbeitet. Sämtliche Brennstoffpumpen werden von einer gemeinsamen Welle aus angetrieben. Der Motor besitzt Füllungsregelung. Die jeweilige Füllung wird von einem zehnstufigen Füllungsversteller auf elektrischem Wege eingestellt. Das Regelgestänge wird außerdem von einem sogenannten Sicherheitsregler beeinflusst. Der Motor wird mit Druckluft angelassen. Der Anlaßvorgang wird ebenfalls elektrisch eingeleitet. Abgestellt wird der Motor durch Verstellung des Füllungsgestänges auf elektropneumatischem Wege.

Der Kurbelkasten mußte neu durchgebildet werden, um als Rahmenversteifung mit herangezogen zu werden. Jedes der neun Grundlager wurde als Träger ausgebildet. An diese Träger wurde halbkreisförmig (als Teilstück der Kurbelwanne) 200 mm breite und 8 mm starke Stege angegossen. Diese neun Träger mit den angegossenen Stegen wurden nun zusammengeschweißt. Die so gewonnene Kurbelwanne gibt auf zwei Meter Länge des Rahmens eine hervorragende absolut starre Versteifung. Am Boden sind Reinigungsöffnungen vorgesehen. Die Kurbelwanne ruht mit angegossenen Nasen auf dem Rahmen und ist mit diesem mit Paßbolzen verschraubt. Abb. 2 zeigt die fertige Kurbelwanne. Das Angießen der Stege und die Schweißarbeiten an diesem nicht einfachen Stück haben der Herstellerin, T. Fischer, Schaffhausen,

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1935, Heft 15/16. — Z. VDI 1935, Heft 41.

die Stirnseite des Motors angehängt und zur Entlastung der Befestigungsschrauben durch einen kräftigen Träger mit dem Lokomotivrahmen verbunden. Turbine und Gebläse haben eine gemeinsame, liegend angeordnete Welle. Das Gebläse ist einstufig ausgeführt und in ein einteiliges Leichtmetall-Spiralgehäuse eingebaut. Das Rad selbst ist aus Chromnickelstahl. Die Laufschaufeln sind aufgenietet. Die Leitschaufeln sind in den Verteiler (Diffusor) eingegossen. Die Turbine ist ebenfalls einstufig. Rad und Schaufeln sind aus hochhitzebeständigem Sonderstahl hergestellt, der Temperaturen bis 550°C und kurzzeitig sogar solche bis 600°C verträgt. Das doppelwandige gußeiserne Turbinengehäuse wird durch Wasser gekühlt. Das einteilige Gaseintrittsgehäuse besteht aus Stahlguß und ist mit zwei Gaseintrittsstutzen versehen. Der Düsenring hat eingezogene Leitschaufeln aus Chromnickelstahl. Abb. 3, Taf. 6, zeigt die Aufladegruppe.

An Stelle des Schwungrades trägt der Motor zur Dämpfung auftretender Drehschwingungen eine sogenannte Voith-Maurer-Kupplung, die auch den Ausgleich geringerer Lagerungsgenauigkeiten gestattet. Sie besteht aus zwei Hälften, von denen die eine auf der Motorwelle, die andere auf der Welle des Hochganges befestigt ist. Das Drehmoment wird durch „omega“-förmige Stahlfedern übertragen. Das Innere der Kupplung ist zu etwa $\frac{2}{3}$ mit Staufferfett gefüllt.

Getriebe.

Die Primärwelle des Getriebes ist als Hohlwelle ausgebildet und trägt die drei Pumpenschaufeln der drei Flüssigkeitskreisläufe und ein kleines Kegelrad zum Antrieb der Füllpumpe. Die Sekundärwelle ist die innenliegende Vollwelle. Sie trägt als Abtriebswelle die Sekundärteile, also die Turbinenräder der Wandler und der Kupplung 2, sowie das große Abtriebskegelrad. Auf dem, dem Abtriebskegelrad gegenüberliegenden Ende ist sie mit dem Stoeckichtgetriebe verbunden. Mit diesem steht noch eine zweite Hohlwelle in Verbindung, die zwischen Primär- und Sekundärwelle gelagert ist und die das Turbinenrad der Kupplung 1 trägt. Bei gefüllter Kupplung 1 treibt also das Turbinenrad dieser Kupplung über das Stoeckichtgetriebe mit dessen Übersetzung 1,41:1 die Abtriebswelle.

Die Primärwelle des Flüssigkeitsgetriebes wird vom Motor über den Hochgang angetrieben, der bekanntlich den Zweck hat, die Drehzahl des Getriebes heraufzusetzen und damit dessen Abmessungen und Gewicht zu vermindern.

Das Hochgangritzel ist auf der Primärwelle des Getriebes aufgeschumpft und mit zwei Keilen zusätzlich gegen Verdrehen gesichert. Bei dem gewählten Übersetzungsverhältnis (Motorwelle-Getriebewelle = 700:1800) erhielt man noch einen brauchbaren Ritzeldurchmesser. Die Schwierigkeit liegt in diesem Fall darin, daß in der Nabe verhältnismäßig schwache Ritzel zuverlässig fest mit der Primärwelle — also mit einer Hohlwelle — zu verbinden. Dies wurde schließlich durch Keile und Aufschrumpfen erreicht. Zur Verstärkung der Nabe wurden noch hochschulterige Ringe zu beiden Seiten des Zahnkranzes aufgeschumpft. Es wäre zweckmäßiger gewesen, das Ritzel mit einem Teil der Primärwelle aus einem Stück zu schmieden und diesen Teil mit dem andern Teil der Primärwelle durch kräftige Flanschverschraubung zu verbinden.

Das Stoeckichtgetriebe unterscheidet sich von einem Planetengetriebe üblicher Bauart nur dadurch, daß das Sonnenrad kardanartig aufgehängt wird. Von Wichtigkeit ist die genaue Einhaltung des Schnittwinkels der Schrägverzahnung bei allen Rädern, da sonst gleichmäßiges Tragen auf der ganzen Zahnbreite nicht gewährleistet ist. Die Räder bestehen aus hochwertigem Stahl von 90 bis 100 kg/mm^2 Festigkeit.

Vom Abtriebsritzel wird die Kraft auf zwei große Tellerräder übertragen, die lose auf der Wendewelle laufen. Auf ihr verkeilt sitzen außerhalb der Tellerräder zwei Stirnräder

mit Schrägverzahnung, die in Stirnräder eingreifen, die auf der Blindwelle befestigt sind. Auf der Wendewelle zwischen den Tellerrädern ist die Wendemuffe verschiebbar angeordnet, die durch eine Zahnkupplung wechselweise mit dem einen oder dem anderen Tellerrad verbunden wird.

Das Gehäuse für das gesamte Getriebe wurde aus Stahlblechen zusammengeschweißt. Es ist so kräftig durchgebildet, daß es wie die Kurbelwanne auch zur Rahmenversteifung herangezogen werden konnte (Abb. 4). Auf der Motorseite stützt es sich mit Nasen auf den Lokomotivrahmen, auf der Wendegetriebeseite reitet es auf den Blindwellenlagern. Mit dem Lokomotivrahmen ist es durch Paßbolzen verschraubt. Das Gehäuse ist in der Breite schmäler gehalten als die Innenmaße des Rahmens, um es einwandfrei gegen den Motor ausrichten zu können. Die Zwischenräume wurden durch paßrecht geschliffene und dann mit dem Gehäuse verschweißte Beilagen ausgefüllt. Auf diese Weise erhielt man wenigstens an den Verbindungsstellen gut sitzende Anlageflächen. Die ganzen Seitenflächen des Getriebes mit den anliegenden Flächen des Rahmens einwandfrei zur Anlage zu bringen, war — da beide Teile geschweißt sind — nicht zu erwarten. Den unteren Abschluß des Gehäuses bilden zwei Kästen, von

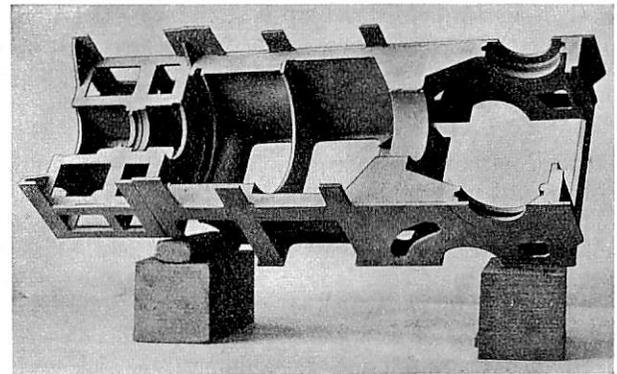


Abb. 4. Getriebegehäuseunterkasten.

denen der eine das Getriebeöl (Abb. 3, Taf. 7) der andere das Zahnradschmieröl aufnimmt.

Zur selbsttätigen Schaltung der einzelnen Flüssigkeitskreisläufe dient der Steuerblock, ferner zwei Steuerkolben und die sogenannte Meßpumpe (Abb. 3 und 4, Taf. 7). Diese wird von der Sekundärwelle des Getriebes angetrieben und erzeugt einen der Fahrgeschwindigkeit proportionalen Öldruck. Dieser Druck steuert dann die entsprechenden Ventile des Steuerblocks und damit die Steuerkolben. Diese geben dann dem von der Füllpumpe geförderten Getriebeöl den Weg zu den der Fahrgeschwindigkeit entsprechenden Kreisläufen frei.

Der Vorgang ist nun folgender: Mit dem Dieselmotor dreht sich auch die Füllpumpe. Geht man nun auf Fahrstufe 1, so wird der Füllmagnet über dem Vorsteuerblock angezogen, wodurch die beiden Ventilstifte nach unten gedrückt werden. Die beiden rechten Kolben (im Steuerblock) bleiben unter Federdruck oben, die dazu gehörenden Ventile liegen dagegen unten. Auch die beiden Steuerkolben (unten im Getriebe) sind in ihrer unteren Lage. Die Füllpumpe kann also Getriebeöl aus dem Vorratsbehälter über den rechts liegenden Steuerkolben zum Vorsteuerblock befördern. Das unten sitzende Ventil des mittleren Umschaltkolbens läßt das Öl zum linksitzenden, oben befindlichen Ventil und dieses, da der Stift heruntergedrückt ist, das Öl weiter über ein Ölfilter zur Unterseite des rechten zweiteiligen Steuerkolbens fließen. Die beiden Kolben werden gemeinsam bis zum Anschlag gehoben und dem Öl wird der Weg zum Wandler freigegeben. Steigt die Fahrgeschwindigkeit über 50 km/Std. ,

so wird der mittlere Umschaltkolben im Vorsteuerblock vom Öldruck der Meßpumpe unter Überwindung des Federdruckes abwärts gedrückt, dadurch geht das zugehörige Ventil hoch und läßt nun durch eine weitere Leitung Drucköl der Füllpumpe unter den oberen Teil des zweiseitigen rechten Steuerkolbens fließen. Der obere Teil dieses Kolbens wird ganz nach oben gedrückt und gibt dem Öl den Weg zur Kupplung 1 frei. Gleichzeitig wird der zum Wandler führende Kanal geschlossen. Bei mehr als 70 km/Std. steuert der rechte Umschaltkolben im Steuerblock um, das dazugehörige Ventil wird gehoben, Drucköl der Füllpumpe fließt unter den linken Steuerkolben, dieser Kolben schaltet um, und gibt so den Weg zur Kupplung 2 frei.

Da im Wandlerbereich — besonders in den unteren Fahrgeschwindigkeiten — der Wirkungsgrad niedrig ist, muß das Öl den Wandler ständig durchlaufen, weil es sonst in ganz kurzer Zeit sehr heiß werden würde. Ein Teil des Öles geht durch den Kühler. Im Kupplungsbetrieb bleibt das Öl in den Kreisläufen, da die Wärmeverluste dort sehr gering sind. Lediglich kleine Bohrungen sorgen für allmählichen Ölwechsel. Die Kupplungen haben Schnellentleerungsventile mit großem Querschnitt. Damit sie bei Füllung schließen, wird durch besondere Leitungen Drucköl von außen auf diese Ventile geleitet. Soll die jeweils gefüllte Kupplung geleert werden, so entfällt der Druck in diesen Leitungen und die Ventile öffnen sich sofort unter dem Druck des im Innern der Kupplung befindlichen Öles, das dann rasch abfließen kann.

Die Schmierung der Zahnräder und der wichtigen Lagerstellen des Getriebes übernimmt eine Schmierpumpe, die sowohl primär- als auch sekundärseitig angetrieben wird. Das hat den Zweck, daß sowohl Zahnräder als auch Lager beim Abschleppen der Lokomotive Öl erhalten. Erwähnt sei noch, daß auch die innenliegenden Lager des Getriebes besonders geschmiert werden. Ursprünglich wurde die Schmierung dieser Lager durch Spritzöl und Öldampf des Getriebeöles für ausreichend angesehen. Da aber im Lokomotivbetrieb — je nach Strecke und Belastung — damit gerechnet werden muß, daß z. B. längere Zeit nur mit dem Wandler oder mit einer der Kupplungen gefahren wird, so wurde die besondere Schmierung durchgeführt. Die Notwendigkeit dieser Maßnahme hat allerdings erst die Praxis erbracht.

Zum Abschluß noch ein Wort über die Schaltung des Wendegetriebes (Abb. 3, Taf. 7). Ursprünglich war außer den beiden Endstellungen noch eine Mittelstellung vorhanden, die durch Federdruck gewährleistet war. Zum Einrücken in die Endstellung wurde der Federdruck durch Preßluft überwunden. Das bedeutete, daß während der ganzen Fahrzeit die Druckluft vorhanden sein mußte. Der durch nicht ganz dichte Luftleitungen und Kolben unvermeidliche Luftverlust war nicht angenehm, aber auch nicht weiter bedenklich. Viel unangenehmer war der Umstand, daß bei laufendem Motor und bei Wendegetriebe in Mittelstellung die großen Tellerräder des Wendegetriebes durch die Luft in den Flüssigkeitskreisläufen mitgenommen wurden und ganz kurze Zeit nach Anlassen des Motors beträchtliche Drehzahlen erreicht hatten. Um dem Übel abzuhelfen wurde eine Getriebebremse eingebaut. Die mit 6 bis 7% der vollen Leistung ausgelegte Bremse genügte zum Halten der Tellerräder im Stillstand, aber nicht zum Abbremsen. Dadurch war der Weg für Schaltfehler geöffnet, die auch bald gründlich gemacht wurden, und nur dank der Tatsache, daß die Zähne der Tellerräder nicht gehärtet, sondern nur vergütet sind, wurden sie vor Schaden bewahrt. Bei der jetzt vorhandenen Bauart, die aus der Zeichnung zu ersehen ist, wurde die Mittelstellung verlassen, das Wendegetriebe in der jeweiligen Endstellung durch Federdruck gesichert und die Luft nur für den eigentlichen Schaltvorgang herangezogen. Diese Anordnung hat sich sehr bewährt

und Fehlschaltungen sind ausgeschlossen. Eine Mittelstellung ist von Hand mit Hilfe eines mitgeführten Eisenhebels einzustellen und kann durch Bolzen gesichert werden. Vorgesehen ist sie nur für den Fall, daß die Lokomotive abgeschleppt werden muß.

Kühlanlage.

Abb. 5 zeigt einen Schnitt durch die Kühlanlage, über die im ersten Teil schon berichtet worden ist. Hier sollen nur

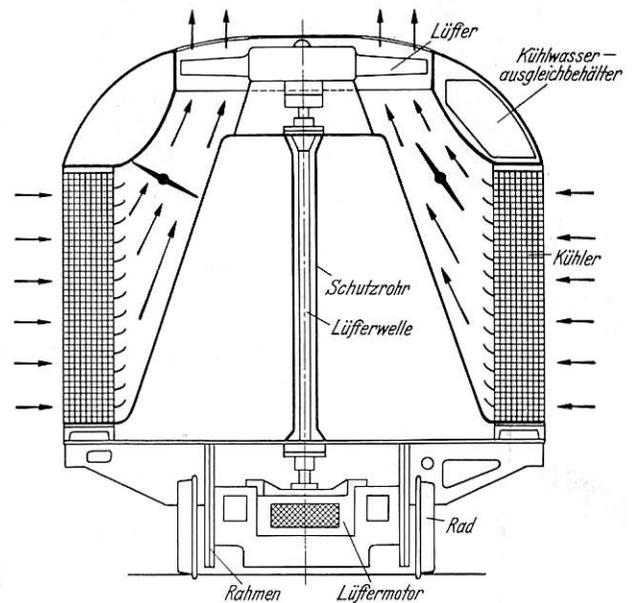


Abb. 5. Kühlanlage.

noch einige Erläuterungen gegeben werden. Die Kühlelemente bestehen aus ovalen Rohren, um die die Luft herumströmt, und die zur Vergrößerung der Oberfläche mit Rippen versehen sind. Die Luft wird von dem im Dach befestigten Lüfter durch die Luftschächte und die Kühler hindurchgesaugt. Unmittelbar hinter den Kühlern sind kurze Leitschaufeln zur Verbesserung der Luftzuführung angebracht. Ferner sind Trennwände unterhalb des Lüfters vorgesehen, um ein Aufeinanderprallen der beiden Luftströme zu verhindern und damit Wirbelbildung, d. h. Verluste zu vermeiden. Der Antriebsmotor für den Lüfter hängt an Quertraversen des Lokomotivrahmens. Motor und Lüfter sind durch eine senkrechte Welle unter Zwischenschaltung einer Gewebescheibenkupplung und Kugelenzentrierung verbunden.

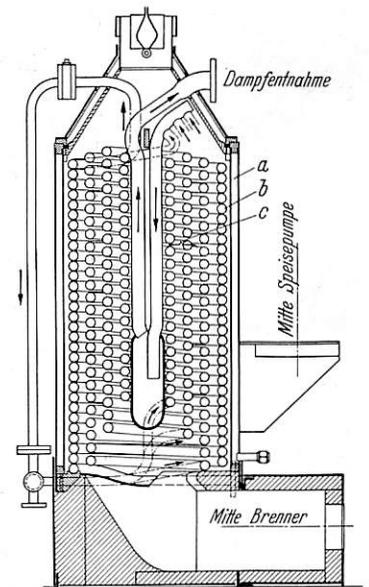


Abb. 6.

Schnitt durch den Heizkessel.

Den von der Firma Krauß-Maffei für die **Zugheizungsanlage** entwickelten Kessel zeigt Abb. 6. Er besteht aus einem Wassermantel, der unten mit dem Wasserbehälter in Verbindung steht. Aus diesem Wassermantel saugt die Pumpe oben das Wasser an und drückt es durch die äußerste Rohrschlange, den Vorwärmer, und zwar von oben nach unten. Hier verteilt es sich auf die drei inneren Rohrschlangen, in denen es verdampft. Diese drei Rohrschlangen vereinigen sich

oben wiederum in einem nach unten führenden Rohr, das in eine Flasche führt, wo der Dampf gut getrocknet wird. Von hier strömt er zum Entnahmeventil und weiter über ein Drosselventil zur Heizleitung.

Die Feuerungsanlage besteht aus dem Antriebsmotor mit Umformer, dem Gebläse, der Zahnradölpumpe, dem Flammrohr mit Düse und Elektroden, dem Flammenwächter (Photozelle), dem Zündtransformator und dem Schaltkasten. Das Feuer wird in Abhängigkeit vom Dampfdruck geregelt. Sinkt der Dampfdruck unter die beliebig einzustellende Atmosphärenzahl, so schließt das Kontaktmanometer. Der Steuerstrom fließt über das Manometer und den Schaltkasten zum Motor und Umformer. Der Motor läuft an und treibt Gebläse und Brennstoffpumpe, ebenso wird der Zündtransformator und die Photozelle an Spannung gelegt. Ist der Druck erreicht, so unterbricht das Kontaktmanometer den Steuerstrom, der Motor und damit die Brennstoffpumpe wird stillgesetzt. Erlischt auf Grund irgend einer Unregelmäßigkeit die Flamme, so tritt die Photozelle in Tätigkeit und schaltet ihrerseits den Motor ab, stoppt also die Brennstoffzufuhr. Ein- und Ausschalten der Speisewasserpumpe geschieht durch den Hannemannwasserstandsregler. Störungen im Betrieb der Anlage werden dem Führer durch Merklampen angezeigt.

Stromerzeugungsanlage.

Die Stromerzeugungsanlage besteht aus dem Hilfsdieselmotor und dem mit diesem unmittelbar gekuppelten Generator für 220 Volt Gleichstrom. Sie liefert den Strom zum Antrieb der Motoren, der Hilfsbetriebe und für die Zugbeleuchtung, während der Lichtstrom für die Lokomotive selbst von 24 Volt und der Ladestrom der Batterie von der 500 Watt-Lichtmaschine des Hilfsdiesels gewonnen wird. Vom Hilfsmotor wird auch der Anlaßluftpresser angetrieben, der die Anlaßluft für den Hauptdiesel liefert. Hilfsmotor, Generator und Luftpresser stehen auf einem gemeinsamen Grundrahmen. Das ganze Aggregat ist auf Schwingmetall gesetzt worden, um — da es seitlich auf dem Umlaufblech untergebracht werden mußte — soweit irgend möglich Erschütterungen und Schwingungen vom Lokomotivrahmen fernzuhalten. Diese Maßnahme hat sich gut bewährt.

Der Hilfsdiesel ist ein im Viertakt arbeitender Vorkammermotor der MAN. Er hat Drehzahlregelung und zwar derart, daß die Drehzahl bis Stufe 4 der Fahrkurbel 1000 Umdr./Min. und ab Stufe 5 1100 Umdr./Min. beträgt. Angelassen wird er durch die normale Bosch-Anlaßeinrichtung. Auf Fernanlassung wurde bewußt verzichtet, da der Führer vor Beginn der Fahrt sich um die Anlage im Maschinenraum zu kümmern hat. Der Generator ist einseitig gelagert und auf der anderen Seite mit der Motorwelle gekuppelt. Er trägt eine Haupt- und eine Nebenstromwicklung. Ein BBC.-Spannungsregler sorgt für Gleichhaltung der Spannung unabhängig von der Belastung. Der Anlaßluftpresser ist zweistufig und erzeugt Preßluft von 60 atü. Er ist mit dem Diesel durch eine Kegelpkupplung verbunden und wird nur bei Bedarf eingeschaltet. Ursprünglich war diese Abschaltmöglichkeit nicht vorhanden, auch waren mit Rücksicht auf die scheinbar im Vergleich zu denen des Motors geringen hin- und herbewegten Massen Gegengewichte nicht angebracht worden. Die Folge war ein wildes Hin- und Hertanzen des ganzen Aggregates auf dem Schwingmetall. Nach Anbringung der Gegengewichte stand der Motor auch bei gekuppeltem Luftpresser ruhig.

Die an den Generator angeschlossenen Motoren für die Hilfsbetriebe sind im allgemeinen unmittelbar angeschlossen, d. h. beim Anlassen des Hilfsdieselmotors erhalten sie allmählich Spannung und laufen mit. Erwähnt sei noch die

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXXV. Band.

Schaltung des Lüftermotors. Hier ist ein Widerstand im Ankerstromkreis und ein zweiter parallel zur Feldwicklung vorgesehen. Ist der Ankerwiderstand eingeschaltet, so läuft der Motor mit 600 Umdr./Min., wird er kurz geschlossen, so erhöht sich die Drehzahl auf 1000 Umdr./Min. und schließlich bei zusätzlicher Feldschwächung erreicht er seine höchste Drehzahl mit 1400 Umdr./Min. Die Drehzahländerung wird mittelbar von der Fahrkurbel gesteuert, und zwar wird bei Stufe 3 der Kurbel der Ankerwiderstand kurzgeschlossen und bei Stufe 5 die Feldschwächung durchgeführt.

Der Steuerstrom, der wie erwähnt, der Batterie entnommen wird (24 Volt), ist mit der Wendegetriebebeschaltung gekuppelt worden. Er kann nur dann fließen, wenn sich das Wendegetriebe in der Endlage befindet, die der Stellung des Fahrtrichtungshebels auf dem Führerstand entspricht. Es ist also nicht möglich, daß sich infolge einer Störung des Wendegetriebes die Lokomotive nach Umschaltung des Fahrtwendehebels in der alten Fahrtrichtung weiterbewegt. Das ist um so wichtiger, als solche Erscheinungen, die hier absolut unmöglich sind, in den meisten Fällen zu Beschädigungen des Wendegetriebes führen.

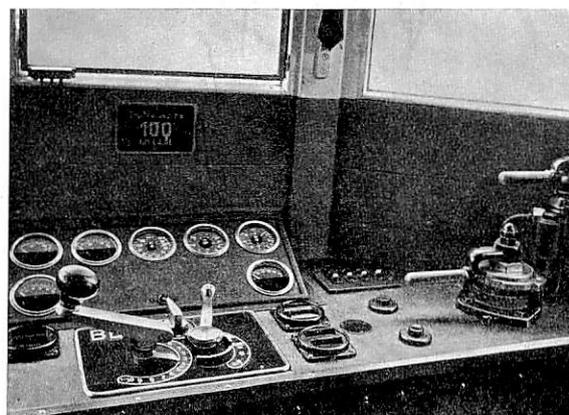


Abb. 7. Führerstand.

Die Schütze, Sicherungen usw. sind in einem Apparateschrank zusammengefaßt, der auf der Getriebeseite im Maschinenraum neben der Tür untergebracht und gut zugänglich ist.

Bei der Durchbildung der beiden Führerstände (Abb. 7) wurde streng darauf geachtet, daß die Zahl der Anzeigegeräte das unbedingt notwendige Maß nicht überschreitet, ferner, daß Anordnung und Beleuchtung der Instrumente übersichtlich und einfach ist. Die Anzeigegeräte sind in zwei geschlossenen Gruppen angeordnet. Die notwendigen Instrumente zur Überwachung der Motoren einschließlich des Getriebes sowie der Geschwindigkeitsanzeiger sind in einem Kasten auf dem Führertisch zusammengefaßt, während die drei Apparate zur Überwachung der Bremsanlage in einem Kasten über dem Führertischfenster etwas über Augenhöhe des Führers angebracht worden sind. Außer dem Geschwindigkeitsmesser, den beiden Motorkühlwasseranzeigern der beiden Motoren, dem Getriebeöltemperaturanzeiger sowie dem Drehzahlmesser für den Hauptdieselmotor sind zur Überwachung des ganzen Hilfsdieselsatzes nur noch ein Voltmeter und für das Aufladegeräse ein Drehzahlmesser vorgesehen. Die Beleuchtung der Instrumente ist als indirekte Beleuchtung ausgeführt, d. h. die Lichtquelle ist in dem erwähnten Kasten untergebracht worden. Durch über den Ziffernblättern angebrachte Schlitze erhalten sie einwandfreies, blendungsfreies Licht. Mit dieser Anordnung wurde die damals auf Schienenfahrzeugen übliche systemlose Anbringung der Instrumente und die entsprechende Vielzahl der Beleuchtungskörper end-

gültig verlassen. Diese Zusammenfassung in einem Kasten hat noch den weiteren Vorteil, daß durch Hochklappen des Deckels, an dem die Meßgeräte befestigt sind, eine gute Zugänglichkeit zu den Einstellwiderständen gegeben ist. Die auf dem Führerstandtisch untergebrachten Bedienungshebel, wie Fahrshalter, Anlaßschalter usw. entsprechen normalen Ausführungen. Besondere Sorgfalt wurde auf eine geräuschhemmende Ausführung der Zwischenwand zwischen Führerstand und Motorenraum gelegt, was auch zufriedenstellend gelöst wurde.

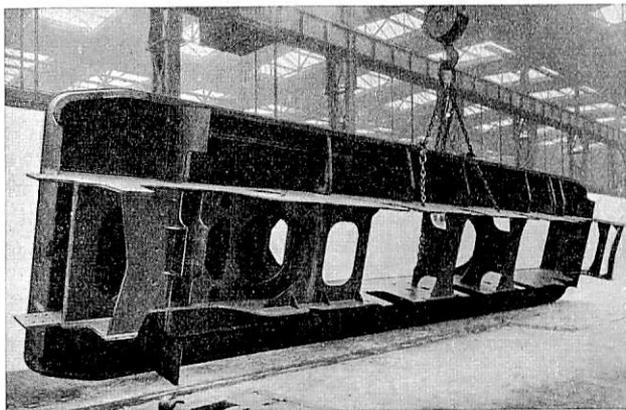


Abb. 8. Rahmen der 1' C 1' Diesellokomotive.

Bezüglich des geschweißten Lokomotivrahmens (Abb. 8) sei noch erwähnt, daß die Plattenstärke 25 mm beträgt, bezüglich der Bremsenrichtung, daß die jeweils führende Achse nur mit 50% abgebremst wird gegen 80% aller anderen Achsen, schließlich über den gesamten Aufbau der Lokomotive, daß stets und vor allen Dingen Rücksicht auf leichte Ausbaumöglichkeit genommen wurde, eine Forderung, die der Betrieb mit Recht stellt.

Die fertige Lokomotive ist in Abb. 9 dargestellt.



Abb. 9. 1' C 1' Diesellokomotive.

Ergebnis der Abnahmefahrten.

Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, daß sich auch bei dieser Lokomotive bei den Abnahmefahrten kleinere und auch größere Mängel zeigten, wie es ja bei einer Neukonstruktion gar nicht anders zu erwarten gewesen wäre. Seit jener — zum mindesten für die Teilnehmer — denkwürdigen ersten Fahrt am 17. Juli 1935 zur Nürnberger Ausstellung, bei der die 188 km lange Strecke München—Nürnberg ohne vorherige Probefahrt mit eigener Kraft zurückgelegt worden war, sind über zwei Jahre vergangen. Zahlreiche Versuchsfahrten — unterbrochen durch Stillstand infolge notwendig gewordenen Änderungsarbeiten — wurden in dieser

Zeit durchgeführt und das Ziel aller dieser Arbeiten, aus dem in acht Monaten erstandenen Fahrzeug eine betriebstüchtige, brauchbare Diesellokomotive zu machen, darf wohl als erreicht gelten.

Im folgenden Abschnitt soll nun das Ergebnis aller dieser Fahrten und Überlegungen mitgeteilt werden, und zwar nur die Punkte, von denen wir annehmen, daß sie für eine größere Öffentlichkeit von Interesse sind. Die erste naheliegende Frage lautet: Erfüllt die Lokomotive das ihr gestellte Leistungsprogramm? Diese Frage ist mit „ja“ zu beantworten, wenn man dieser Frage die Forderungen des praktischen Betriebsdienstes zugrunde legt, die letzten Endes einzig und allein maßgebend sind. Faßt man die Frage weiter und fragt man: Werden die errechneten Kurven, die dem Entwurf der Lokomotive zugrunde lagen, durch die Praxis bestätigt, so ist die Antwort darauf nicht mehr so eindeutig, und es ist erforderlich, auf diesen Punkt näher einzugehen.

Abb. 10 zeigt die errechneten und die gemessenen Zugkräfte. Betrachtet man Abb. 10, so fällt sofort auf, daß die erreichten Zugkräfte im Wandlerbereich tiefer, im Kupplungsbereich dagegen höher liegen als die ursprünglich errechneten Werte; außerdem, daß die Anfahrzugkraft bedeutend kleiner ist. Die Ursache dieser allen bisherigen Erfahrungen widersprechenden Erscheinung wurde zunächst dem Motor zur Last gelegt, trotzdem bei den Prüfstandversuchen die volle Motorleistung vorhanden war. Anlaß zum Zweifel gab aber die Drückung des Motors im Wandlerbereich. Die daraufhin vorgenommene Erhöhung der Füllung beseitigte diese Drückung aber nicht, hatte aber die Erhöhung der Zugkräfte im Kupplungsbereich zur Folge. Dieser Umstand und die merkbare Erhöhung der Auspufftemperaturen sowie die immer wieder zur Kontrolle vorgenommenen Brennstoffmessungen bewiesen eindeutig, daß die Motorleistung sogar annähernd 1500 PS betrug, also nennenswert über der Sollleistung lag. Trotzdem hatte sich die Anzugskraft nicht erhöht. Dagegen wurde bei Anfahrzugversuchen festgestellt, daß die Zugkräfte bei geringen Geschwindigkeiten (5 km/Std.) mindestens um 1 t höher lagen und daß bei 10 km/Std. die Zugkraft denselben Wert erreichte wie beim Anfahren. Bestätigt wurden diese Messungen durch die Beobachtung, daß nach einem Anfahrweg von ungefähr 20 m die Beschleunigung merkbar zunahm. Die Ursache dieser eigenartigen Erscheinung liegt u. E. im Stangenantrieb und wird bei den weiteren Versuchen noch geklärt.

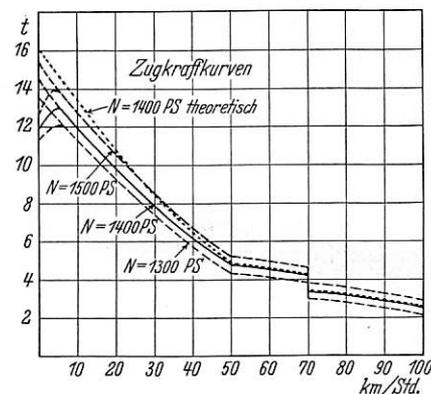


Abb. 10.

Daß die Zugkraftkurve im Wandlerbereich trotz der erhöhten Motorleistung tiefer liegt, ist nach unseren Versuchen auf die Luftströmung in den Kupplungen und schlechteren hydraulischen Wirkungsgrad des Wandlers zurückzuführen. Es ist zu vermuten, daß diese Verschlechterung des Wirkungsgrades auf Ölschäumen und auf Kavitationsverluste zurückzuführen ist. Es war von vornherein bekannt, daß in den leeren Kupplungen durch Luftumwälzung Verluste auftreten (siehe Wendegtriebebesteuerung), unterschätzt wurde dagegen ihre Auswirkung auf den Motor. Sie betragen je Kupplung etwa 2,35% des Motordrehmomentes, also für beide Kupplungen zusammen rund 4,5%. Sie lassen sich auf Grund der Kupplungscharakteristik aus dem Verhältnis der spez. Gewichte von Öl und Luft errechnen. Der Motor gibt dieses

erhöhte Moment nur bei verringerter Drehzahl ab. Die Folge ist die verringerte Leistungsaufnahme des Wandlers. Da die Änderung der Leistungsaufnahme des Wandlers proportional zur dritten Potenz der Drehzahl ist, so macht sich der Drehzahlabfall verhältnismäßig stark bemerkbar.

Für den Betrieb der Lokomotive ist die geringere Anfahrzugkraft nicht nachteilig, da der erreichte Wert von 12 t ohnehin an der Reibungsgrenze bei einem Reibungswert von $\frac{1}{4}$ liegt. Obwohl im Wandlerbetrieb das Leistungsprogramm erfüllt wird, wäre aus naheliegenden Gründen eine erhöhte Zugkraft selbstverständlich erwünscht. Abb. 11 zeigt das SV-Diagramm der Lokomotive im Vergleich zu dem einer P 8-Dampflokomotive bei einer Belastung von 400 t.

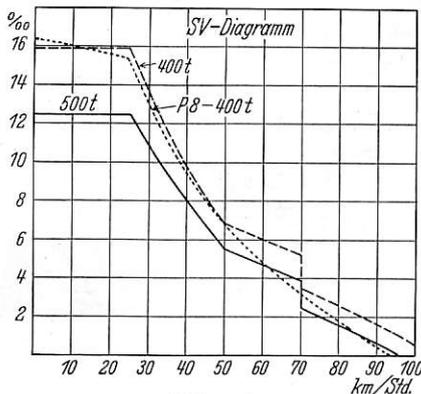


Abb. 11.

SV-Diagramm der 1' C 1' Diesellokomotive im Vergleich mit dem einer P 8.

ung zur Folge hatte. Das Stichmaß der Treibstangen wurde dadurch so stark verändert, daß Heißlaufen eintreten mußte. Durch Vergrößerung des Lagerspieltes wurde der Mangel behoben.

Bei höheren Fahrgeschwindigkeiten war die Kühlwirkung je nach der Fahrtrichtung verschieden, und zwar war sie kleiner bei Fahrtrichtung mit den Kühlern voraus. Die Messungen ergaben, daß sich die Luft — begünstigt durch die abgerundete Kopfform und eine vorspringende Ecke — in Höhe der Kühler teilweise abgelöst hatte. Durch schmale Windleitbleche wurde die Luftablösung beseitigt und gleiche Kühlwirkung in jeder Fahrtrichtung erzielt.

Bei der Abgasturbine hat sich gezeigt, daß geschweißte Gaseintrittsstutzen den Anforderungen, die an eine einwandfreie Führung der Abgase gestellt werden müssen, nicht gerecht werden können. Stahlformguß ist in jeder Hinsicht vorzuziehen. Weiter hat sich gezeigt, daß bei dem Achtzylindermotor die Spülverhältnisse etwas schlechter waren, als bei der Sechszylinderausführung. Die theoretischen Untersuchungen ergaben, daß der Spülvorgang beim Achtzylindermotor und Verwendung von zwei Abgasleitungen durch Auspuffstöße benachbarter Zylinder gestört wird. Die neue Ausführung der gleichen Type, die für den vierteiligen Schnelltriebzug verwendet wird, hat deshalb an Stelle der hier vorhandenen zwei Abgasleitungen vier erhalten.

Die bisher ausgeführten Versuchsfahrten haben nicht nur eine Anzahl wertvoller Erkenntnisse vermittelt, von denen die wichtigsten hier mitgeteilt wurden, sondern haben vor allem gezeigt, daß die Lokomotive in ihrer jetzigen Form das Leistungsprogramm erfüllt und als brauchbare Diesellokomotive angesehen werden kann.

Schlußbemerkungen.

In der Einleitung wiesen wir darauf hin, daß zur Zeit für Diesellokomotiven großer Leistung nur die elektrischen und die hydraulischen Übertragungen zur Verfügung stehen. Das gilt für alle vorkommenden Geschwindigkeiten, da auch bei

Wahl der hydraulischen Übertragung der Einzelachsenantrieb verwendet werden kann. Wir wiesen ferner darauf hin, daß die Deutzer Motorenwerke eine direkt angetriebene Diesellokomotive gebaut haben, die eine bemerkenswerte Weiterentwicklung der alten Dieselschen Pläne darstellt. Die Lokomotive ist in der Fachliteratur bereits behandelt worden*). Im Rahmen dieses Aufsatzes genügt der Hinweis auf die Fortschritte, die der direkte Antrieb seit jener Zeit gemacht hat, als die von Diesel beeinflusste „Winterthur-Borsig“-Lokomotive ihre ersten Fahrten machte. Der „V“-förmige Motor, der die Achsen über eine Blindwelle antrieb, ist verlassen worden. An dessen Stelle sind drei Dieselsylinder vorhanden, die nach Art der Dampfzylinder der Dampflokomotiven angeordnet sind und in der gleichen Weise die Achsen antreiben. Das bei Dampflokomotiven bewährte Triebwerk ist also übernommen worden. Wesentlich wichtiger ist die Verbesserung des Anfahrvorganges bei der Deutzer Lokomotive. Zum Anfahren wird auch hier Druckluft verwendet. Aber gleichzeitig wird Brennstoff eingespritzt, der sich an geheizten Glühspiralen entzündet. Das bedeutet Vorwärmung der Zylinder für den reinen Dieselbetrieb; das bedeutet aber auch Minderverbrauch an Druckluft, der sich bei häufigem Anfahren stark auswirkt. Die Beherrschung des Anfahrvorganges ist beim Bau direkt angetriebener Diesellokomotiven der wichtigste Punkt. Zur Lösung dieser Frage beigetragen zu haben ist das große Verdienst der Firma Deutz.

Von einem Vergleich der Deutzer Lokomotive mit der dieseldraulischen sehen wir ab. Das muß einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben, wenn die Versuchsergebnisse beider Lokomotiven mit Angaben der Wirkungsgrade vorliegen, um so mehr als die direkt angetriebene Diesellokomotive in der Deutzer Ausführung ihre endgültige Form wohl noch nicht gefunden haben dürfte. Voraussagen auf dem Gebiete der Technik sind eine gewagte Sache und werden leicht durch die weitere Entwicklung widerlegt. Der Gedanke aber, bei Diesellokomotiven auf jedes Getriebe, auch auf jedes noch so gut gehende Getriebe bzw. auf die elektrischer Übertragung verzichten zu können, ist bestechend und ist wert, weiter verfolgt zu werden.

Es ist üblich, auf die besondere Eignung dieser Diesellokomotiven zu verweisen, lange wasserlose Strecken durchfahren zu können, so daß sie sich vor allem für Durchquerung von Wüstengebieten und Kolonien eignen. Auch für lange Tunnelstrecken in verkehrarmen Gebieten, wo die Anlagekosten für die elektrische Einrichtung der Strecken nicht tragbar sind, erscheint sie am Platze. Aber auch das ist ein Sonderfall. Wir leben heute in Deutschland in einer Zeit des Umbruchs vieler gewohnter Begriffe. Begriffe, die vor kurzer Zeit bei der Beurteilung auch technischer Dinge ausschlaggebend waren, werden verschwommen oder verlieren ihren Wert. Heute schon weiß jeder, daß für Dieselmotoren deutscher Brennstoff verwendet werden kann und daß heute auf Grund des Brennstoffpreises aufgestellte Wirtschaftlichkeitsberechnungen morgen bereits überholt sein können und mit Bezug auf den deutschen — für Dieselmotoren geeigneten — Brennstoff voraussichtlich auch sein werden.

Es weiß aber auch jeder, daß es auf die Dauer nicht möglich sein wird, hochwertige Kohle auf dem Rost der Dampflokomotive zu verbrennen. Diese Fragen können nicht von heute auf morgen gelöst werden. Richtschnur wird es aber stets bleiben, die im deutschen Boden vorhandenen Schätze soweit als irgend möglich auszunutzen. Der Diesellokomotive wird sich dann dabei voraussichtlich auch in Deutschland im Wettbewerb mit der bewährten Dampflokomotive, deren Kesselanlage sich den Forderungen der Zeit anpassen dürfte, ein reiches Betätigungsfeld bieten.

*) VDI-Forschungsheft Nr. 363. — RTA. Nr. 47, 1937.

„Dampfmotivenanlage“ für turboelektrischen Antrieb einer Lokomotive*).

Von Hanns Reutter, München.

Vorbemerkung: Von den Firmen General-Electric, Babcock und Wilcox und Bailey Meter Comp. wurden leichte Dampferzeugungsanlagen entwickelt, die rasch starken Belastungsschwankungen folgen.

Vor einer Reihe von Jahren erwog die General Electric Comp. (GEC.) den Gedanken, auf dem Gebiete der Kraft-erzeugung kleine Dampferzeugungsanlagen mit gutem Wirkungsgrad, verhältnismäßig geringem Gewicht und Platzbedarf zu bauen, die den Dampf für 1000 bis 10000 PS zu erzeugen vermochten. Man war sich darüber klar, daß eine solche Anlage fähig sein mußte, Dampf mit hohen Drücken und Temperaturen zu erzeugen und daß die Dampferzeugung selbsttätig vor sich gehen mußte, um rasch starken Belastungsschwankungen folgen zu können. Die Aufgabe einen Hochdruckkessel mit kleinem Rauminhalt zu entwickeln, wurde der Firma Babcock und Wilcox übertragen, die es übernahm, eine vollständige Dampferzeugungsanlage zu entwerfen und zu bauen, die für den Einbau in eine Lok. mit turboelektrischen Antrieb, geliefert von der GEC., geeignet war. Die Überwachungsgeräte wurden von der Bailey Meter Comp. entwickelt. Die gesamte Dampferzeugungsanlage wurde „Dampfmotive“ genannt.

Zwei ölgefeuerte 2500 PS-Dampfmotiveneinheiten, von denen jede ein Leistungsvermögen von 18 140 kg Dampf/Std. hat, sind nun gebaut und im Gebrauch bei der Union-Pacific in einer Lok. mit zwei Führerständen mit etwa 5000 PS. Die Anlagen werden Dampf für 105 kg/cm² und 510° C für den Antrieb des Turbogenerators liefern. Die Lok. wird für 1000 t-Züge auf der Strecke Los Angeles—Omaha verwendet; sie erhält Stromlinienform, ist praktisch rauchlos. Es wird mit einer Stundengeschwindigkeit von 177 km/h in der Ebene gerechnet. Der Strom treibt Fahrmotoren normaler Ausführung.

Die von der Baufirma zu erfüllenden Forderungen für diese bewegliche Dampfkraft waren:

1. Hoher Dampfdruck und hohe Temperaturen,
2. Mindestgewicht und Mindestumfang bezogen auf die Einheit des erzeugten Dampfes,
3. Weiter Spielraum, in der Leistung mit der Fähigkeit, rasch starken Belastungsschwankungen folgen zu können,
4. Anpassungsfähigkeit für verschiedene Brennstoffe,
5. Vollständige zugehörige Hilfsbetriebe,
6. Vollständige zugehörige Überwachungseinrichtung,
7. Einfache, aus Teilen zusammengesetzte Bauart von solcher Größe, daß sie getragen werden können.

Zuerst wurde von der Babcock u. Wilcox Comp., der General Electric Comp. und Bailey Meter Comp. die Möglichkeiten erwogen, eine ortsfeste Dampferzeugungsanlage gebaut und zu Studienzwecken in Betrieb gesetzt, um den Bau der verschiedenen Hauptteile nach den Erfordernissen des Betriebs zu vervollkommen. Die vorläufige „Dampfmotive“ wurde Ende 1934 im Werk Schenectady der General Electric New York gebaut. Der „Dampfmotiven-Kessel“ war von der Babcock und Wilcox Comp. in Baberton, Ohio, entworfen und gebaut worden. Es ist ein ölgefeuerter Kessel und bestimmt für 9500 kg Dampf/Std. mit einem Druck von 105 kg/cm² und 570° C hinter dem Überhitzer; diese Temperatur geht später auf 480° C zurück. Diese Werte sind für den Betrieb einer turboelektrischen Lokomotive geeignet.

*) Nach einem Bericht auf der Jahresversammlung der American Society of Mechanical Engineers im Dezember 1936, veröffentlicht im Dezember 1936 im Mechanical Engineer und im März 1937 in Railway-Age. Bericht E. G. Bailey, Babcock u. Wilcox Co.; A. R. Smith, General Electric Co.; P. S. Dickey, Bailey Meter Co.

Die Hilfsbetriebe, von einer gemeinsamen Turbine getrieben, bestehen aus einer Speisepumpe, die 11340 l/Std. Wasser liefert, bei einem Druck von 140 kg/cm², einem Gebläse für 13600 kg Luft mit einem Druck von 1524 mm WS, einer Brennstoff- und einer Schmierölpumpe.

Die Meßgeräte und die vollständige Überwachungseinrichtung gehören für die Hilfsbetriebe und für die Ergänzung des Brennstoffes, der Luft und des Speisewassers, sowie für die Prüfung des Dampfes, Druckes und der Temperatur, sowie für die selbsttätige Zünd- und Sicherheitseinrichtung.

Ernstere Schäden sind an keinem dieser Teile aufgetreten. Während der Versuche arbeitete die Anlage 930 Std.; während des größeren Teiles dieser Zeit wurde mit stark wechselnder Belastung gefahren, wie sie im normalen Lokomotivbetrieb vorkommt. Verbrannt wurden 3560000 kcal/m³ und Std. bei Spitzenleistung und 3340000 kcal/m³ und Std. bei Dauerlast. Die Anlage arbeitete über einen Belastungsbereich von 10:1 vollkommen selbsttätig. Die „Dampfmotive“ ist nun bei den Lyon-Werken der General Electric im Dienst.

Einbau der entwickelten Dampfmotivenanlage.

Die erstentwickelte Dampfmotivenanlage wurde für Versuchszwecke bei den Schenectady Werken der GEC. zusammengebaut. Man hatte die Absicht, zwei gleiche Anlagen

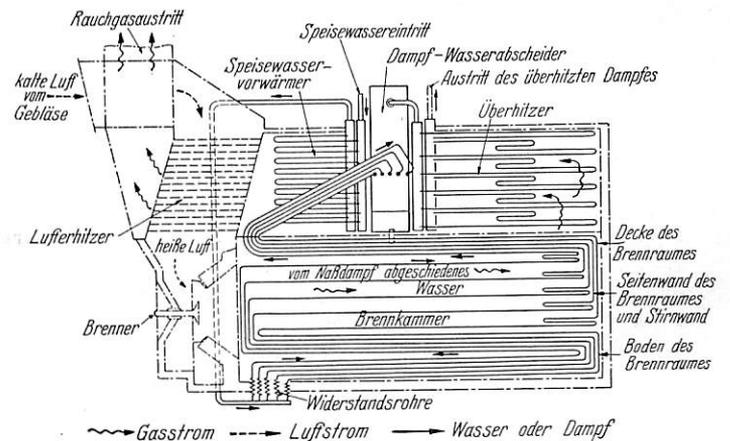


Abb. 1. Strömungsdiagramm der Dampfmotivenanlage.

in den Maschinenraum der 5000 PS dampfelektrischen Lokomotive der Union Pacific einzubauen. Form und Abmessungen waren durch die vorgesehene Lokomotive bestimmt, die damals einen ganz über den Rahmen liegenden normalen Kessel hatte, weshalb ein liegender Höchstdruckkessel nötig war.

Den Aufbau der Anlage zeigt Abb. 1. Vom Brenner gehen die Flammen und Gase waagrecht durch den vollkommen wassergekühlten Feuerungsraum, dann nach oben und zurück nach einer Wendung um 180° in den Überhitzer, den Dampf-Wasser-Abscheider umströmend, durch den Speisewasservorwärmer und den Luftherhitzer aufwärts in den Schornstein. Die Verbrennungsluft verläßt das Gebläse mit einem verhältnismäßig hohen Druck; sie geht erst durch Lamellen, die in den Schornstein eingebaut sind und dann abwärts durch die Röhren des Luftherhitzers zum Ölbrenner. Das Gebläse drückt die gesamte Luft durch den Brenner und Brennraum.

Das Speisewasser wird, nachdem es den Vorwärmer durchflossen hat, in fünf Teile geteilt, die Boden, Seitenwände und Decke des Brennraumes sowie zwei Schleifen die Rückwand bilden. Der gesamte Dampf wird in diesen fünf Stromkreisen erzeugt; er tritt in den Dampf-Wasser-Abscheider mit einem Überschuß von 180 kg Wasser je Stromkreis. Vom

Abscheider geht der trockene Dampf zum Überhitzer und von da unmittelbar zur Hauptturbine. Das Wasser vom Wasserabscheider wird „spillover“ (= Niederschlagswasser) genannt; es geht über einen Wärmeaustauscher zum Frischwasserbehälter, wo es sich mit dem Kondensat mischt und von der Speisepumpe zurückgespeist wird.

Der Kessel.

Der Brennraum der Anlage ist etwa 1 m breit, 1 m i. l. hoch und $2\frac{1}{4}$ m lang vom Brenner bis zur Rückwand. Sein Inhalt beträgt etwa 2,6 m³. Er besteht aus fünf parallelen Strömungskreisen in der Brennkammer und der Kesselrückwand. Die fünf Stromkreise der Seitenwände, der Decke und des Bodens sind so verbunden, daß sich die zugeführte Wärme möglichst gleichmäßig auf jeden Stromkreis verteilt. Ein jeder Bodenstromkreis ist 28,28 m lang. Die durchschnittliche Länge eines jeden Seitenwandstromkreises beträgt 56 m und die durchschnittliche Länge eines Deckenstromkreises etwa 15 m, das gibt eine ungefähre Länge für jeden Stromkreis von rund 99 m.

Die Kesselraumheizfläche setzt sich folgendermaßen zusammen: Brennraum-Strahlungsheizfläche: 10,4 m², Kesselstirnwand-Berührungsheizfläche 11,9 m², Vorwärmerheizfläche 25,6 m², Luftherhitzer 53,73 m².

Hilfsmaschinen.

Um Platz zu sparen, die Überwachung zu vereinfachen und den Kesselwirkungsgrad soweit als möglich zu verbessern, wurde ein gemeinsamer Antrieb für alle Hilfsmaschinen vorgesehen. Diese Hilfsmaschinen bestehen aus einer Speisepumpe, dem Gebläse für die Verbrennungsluft und der Brennstoffpumpe. Die Liefermengen für die Verbrennungsluft und den Brennstoff sind angenähert proportional dem Dampfverbrauch, ebenso ist bei diesem Kessel der Wasserverbrauch etwa gleich dem Dampfverbrauch. Deshalb konnten die drei Teile zusammen von einer einzigen, regelbaren Dampfturbine angetrieben werden. Der Antrieb konnte so in Abhängigkeit vom Dampfverbrauch des Kessels geregelt werden, wobei das Gebläse mit einer Klappe und der Brennstoff mit einem Drosselhahn an der Brennstoffpumpe noch fein geregelt werden können. Die Speisepumpe ist dann die unabhängige Veränderliche, von der die Geschwindigkeit des Ganzen bestimmt wird. Die Verbrauchskurven sind in Abb. 2 dargestellt. Die Turbine läuft mit verhältnismäßig hoher Geschwindigkeit und treibt über ein Zahnrad die Gebläsewelle. Auf ihr sitzt ein Untersetzungsgetriebe für die Kesselspeisepumpe. Brennstoff- und Schmierölpumpe werden über ein Schneckenradgetriebe vom äußeren Ende der Kesselspeisepumpenwelle aus angetrieben. Die Antriebsturbine ist eine verhältnismäßig einfache Maschine mit nur einer Stufe.

Das Verbrennungsluftgebläse ist ein Schleudergebläse mit einem Höchstdruck von etwa 1500 mm WS. Die Speisepumpe ist eine einfache wirkende Kolbenpumpe mit fünf Zylindern und einer normalen Drehzahl von 800 Umdr./Min. mit Druckschmierung der Kurbelwellenlager, der Pleuelstangen und der Kreuzkopfbolzenlager.

Im Hinblick auf die begrenzte Wassermenge, die rasche Erwärmung und weil jeder natürliche Wasserumlauf ausgeschaltet ist, ist von größter Bedeutung, daß die Speisewassermenge möglichst gleich wird der entnommenen Dampfmenge zuzüglich der Menge des Niederschlagswassers (spillover). Um das zu erreichen, wurde die Geschwindigkeit so gewählt, daß die Speisepumpe jede erforderliche Wassermenge liefern kann.

Die erforderliche Wassermenge wird festgestellt durch Messungen des Dampfverbrauchs und des Wasserspiegels im Wasserabscheider. Der Wassermengenregler regelt die Geschwindigkeit der Hilfsturbine so, daß die Wassermenge aufrecht erhalten wird, ohne Rücksicht auf Veränderungen im

Dampf- und Wasserdruck, Speisepumpenwirkungsgrad oder andere Veränderliche.

Einer der Hauptgrundsätze, auf denen die Dampfmotivenanlage aufgebaut ist, ist die Aufrechterhaltung eines Wasserüberschusses, mit dem der Dampf die Verdampfungsheizfläche der Kreisläufe verläßt. Die Menge des Niederschlagswassers, die in den Abscheider befördert wird, wird bei allen Liefermengen konstant gehalten. Die Wasserüberschußmenge wird erzielt mit einem „Widerstandsrohr“, das mit dem Boden des Wasserabscheiders verbunden ist, das die gewünschte Wassermenge liefert bei einem gegebenen Druckunterschied im und hinter dem Abscheider. Ein konstanter Wasserspiegel wird erzielt durch die selbsttätige Überwachungseinrichtung, welche die Speisepumpenlieferung regelt, diese ist größer als die Dampfmenge beim richtigen Wert des Niederschlagswassers. Das Widerstandsrohr für normales Niederschlagswasser ist parallel geschaltet mit dem selbsttätigen Niederschlagswasserventil; es öffnet, wenn das Wasser die normale Grenze überschreitet, so daß der Wasserstand rasch auf den normalen Stand zurückgeführt wird.

Der Hilfsmaschinensatz ist so entworfen, daß bei einer gegebenen Speisepumpenlieferung ein Überschuß an Luft und Öl vorhanden ist. Die selbsttätige Überwachung ist so ausgebildet, daß unter Drosselung beider ein konstanter Dampfdruck aufrecht erhalten wird. Die Brennstoff- und Luftmenge wird gemeinsam überwacht in Übereinstimmung mit den jeweils gemessenen Anzeigen, so daß nur der unbedingt notwendige Luftüberschuß vorhanden ist.

Der Brenner ist mit einer Propangasflamme ausgestattet, ferner doppelten Zündelektroden und mit einer Photozelle. In der Ölzuführungsleitung ist ein Dreiweghahn eingebaut, der selbsttätig umschaltet, das Öl zum Brenner absperrt und es zur Saugseite der Pumpe zurückleitet. Dieser Dreiweghahn, das elektropneumatische Ventil in der Gasleitung zur Flamme und die Zündelektroden greifen so ineinander, daß sie folgenden Tätigkeiten entsprechen:

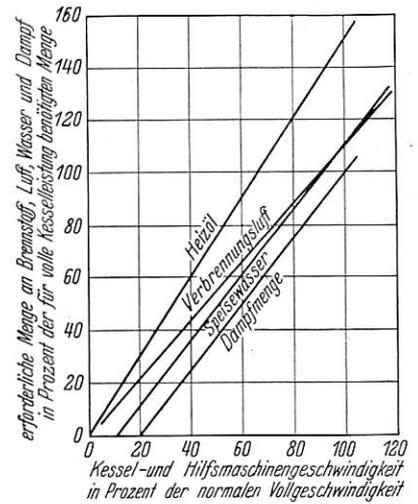


Abb. 2. Kennlinie des Hilfsmaschinensatzes und der Dampfmotivenanlage.

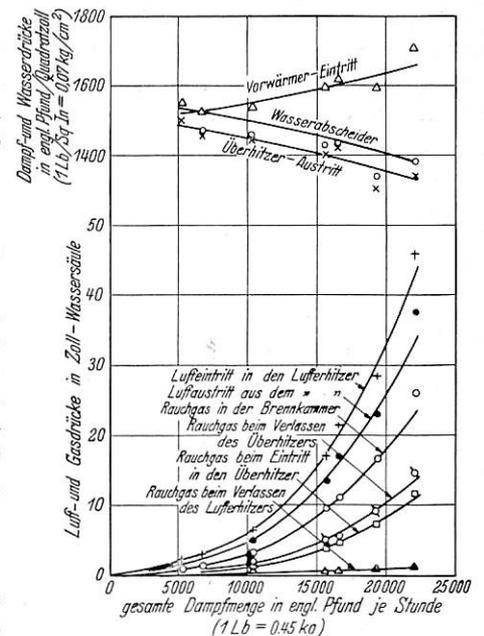


Abb. 3. Drücke von Luft, Gas, Dampf und Wasser nach den Versuchen mit der Dampfmotivenanlage.

1. Nach dem Schließen des Hauptschalters erhalten die Elektroden Strom, das Propangasventil öffnet sich und die Zündflamme wird entzündet. Nach kurzer Verzögerung wird das Brennölvventil zum Brenner geöffnet und sobald das Öl brennt, was durch die Photozelle angezeigt wird, wird die Propangasflamme und die elektrische Zündung unterbrochen.

2. Das Brennöl wird abgesperrt

- a) bei zu hohem Kesseldruck,
- b) bei zu hoher Heißdampf Temperatur,
- c) bei zu hohen Temperaturen eines jeden Kreislaufes,
- d) beim Erlöschen der Flamme (Störung).

3. Der Ölbrenner zündet von selbst wieder, wenn die unter 2a bis d aufgeführten Mängel behoben sind.

4. Beim Verlöschen der Flamme allein wird der Zündvorgang mehrfach wiederholt; wenn die Flamme nicht bestehen bleibt, wird die Anlage außer Betrieb gesetzt; sie muß dann von Hand in Betrieb gesetzt werden.

5. Beim Fehlen des Druckes an der Speisepumpe und der Schmierölpumpe für den Hilfsmaschinensatz wird die Brenner- und Zündflamme und die Luft zum Regler unterbrochen, wodurch der Hilfsmaschinensatz ebenfalls außer Betrieb gesetzt wird.

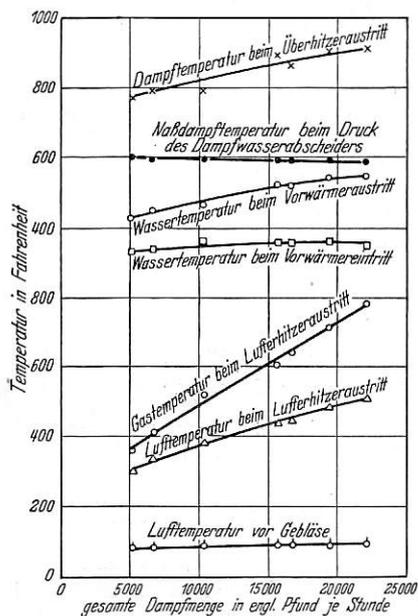


Abb. 4. Luft-, Gas-, Wasser- und Dampftemperaturen nach den Versuchen mit der Dampfmaschinenanlage.

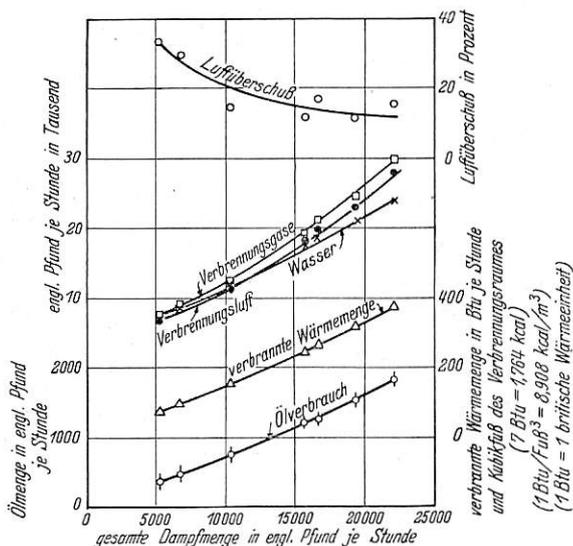


Abb. 5. Luft-, Brennstoff- und Dampfmenge nach den Versuchen mit der Dampfmaschinenanlage.

Versuchsergebnisse.

Die Ergebnisse am Kessel sind in den Abb. 3, 4, 5 und 6 dargestellt. Ehe die Versuche begonnen wurden, herrschte einige Besorgnis darüber, ob die gewünschte Leistungsfähigkeit von rund 9500 kg/Dampf/Std. bei einem vernünftigen Verbrennungs-Wirkungsgrad erreicht werden könnte. Obgleich

nur eine Dauerleistung von rund 7260 kg Dampf/Std. als Dauerleistung vorgesehen war, lieferte die Anlage während 40 Std. rund 9500 kg/Std.; es wurden sogar rund 10000 kg/Std. erreicht. Dies war die Grenzleistung des Gebläses für den Dauerbetrieb.

Bei der normalen Erzeugung von 7260 kg/Std. betrug der Speisewasserdruck beim Eintritt in den Vorwärmer 112,7 kg/cm² und der Dampfdruck am Überhitzeraustritt 97,3 kg/cm², so daß also ein Druckabfall von 15,4 kg/cm² durch den Vorwärmer, Kessel und Überhitzer entstanden ist. Die Dampftemperatur am Überhitzeraustritt betrug bei 7260 kg Dampf/Std. 468° C und bei rund 10000 kg/Std. 486° C; sie fiel auf 410° C bei 2270 kg Dampf/Std.

Der Luftdruck beim Eintritt in den Luffthitzer betrug 457 mm WS bei einer Dampfmenge von 7260 kg/Std., er stieg auf 1012 mm WS bei 10000 kg/Std. Die Lufttemperatur betrug am Brenneintritt 232° C bei 7260 kg Dampf/Std. und 293° C bei 10000 kg Dampf/Std. Die Verbrennung war innerhalb dieser Grenzen bei weniger als 15% Luftüberschuß vollkommen, wobei Brennstoffmengen von 222 500 bis 3337 000 kcal je m³ Brenneraum in der Stunde verbrannt wurden.

Der Kesselwirkungsgrad schwankte von 75%, errechnet auf oberen Heizwert, bei einer Dampfmenge von 10000 kg/Std. bis 85,5% bei einer Dampfmenge von 2270 kg/Std. Diese Wirkungsgrade sind 4 bis 5% höher als ursprünglich auf Grund der begrenzten Heizfläche im Lokomotiventwurf errechnet wurde.

Die Dampfentnahmeversuche dauerten 80 und 267 Std. Es wurden etwa 450 Versuche von der geringsten bis zur höchsten Leistung gemacht. Die gesamte Versuchsdauer in Schenectady betrug 950 Std.

Abb. 7 zeigt einen typischen Versuch zum Nachweis der Elastizität der Anlage. Das Bild zeigt den Aufenthalt der Lok., wobei nur Dampf für den Hilfsmaschinensatz entnommen wurde. Die Leistung steigt von der niederen Dampfentnahme während 3 Min. vom Öffnen des Drossel-

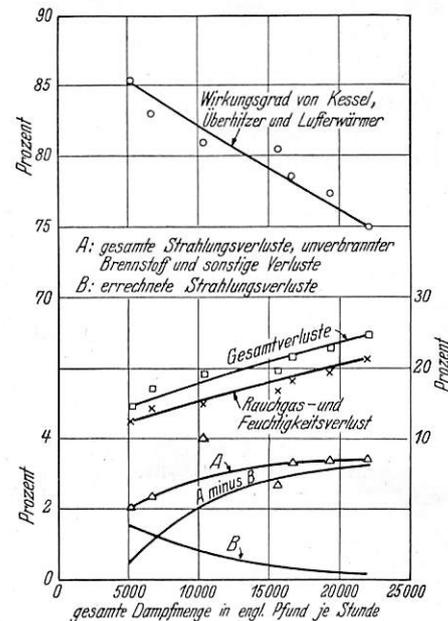


Abb. 6.

Kesselwirkungsgrad und Wärmeverluste auf Grund der Versuche mit der Dampfmaschinenanlage.

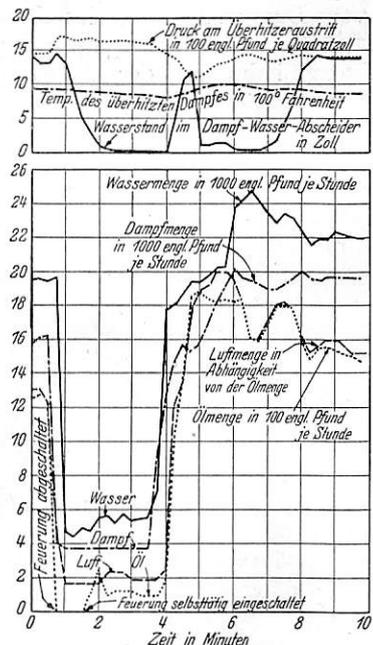


Abb. 7. Dampfentnahmeversuch, der den Halt und die Anfahrt einer Lokomotive darstellt.

ventils an auf 7260 kg/Std. in 1 Min. und auf 9070 kg/Std. in 2 1/2 Min. Der Einfluß dieser wechselnden Dampfentnahmen auf Dampfdruck, Dampftemperatur, Wasserstand im Abscheider, Wassermenge, Luftmenge und Ölmenge ist klar ersichtlich.

Während dieser Versuche wurden beim Anfahren für kurze Zeit Ölmengen verbrannt, die weit über der höchsten Leistung lagen. Während einiger dieser Zeiten wurden 4450000 kcal je

Neue französische Diesellokomotiven.

Die Verwendung des Dieselmotors zum Antrieb von Lokomotiven größerer Leistung wurde bisher — abgesehen vom Herstellungspreis — durch zu hohes Gewicht und dementsprechend große Abmessungen gehemmt. Die erfolgreiche Einführung des Aufladeverfahrens ermöglichte für Motoren gleicher Leistung eine Gewichtsverminderung um ungefähr 20%. Höhe und Breite des Motors blieben wie bisher, aber die Länge wurde ungefähr im gleichen Verhältnis gekürzt. Dabei wurden auch günstigere Verhältnisse durch wesentlich verbesserte Spülung (Druckspülung!) erzielt, so daß sich ein völligeres Diagramm ohne Erhöhung des bisherigen Spitzendruckes ergab. Ein weiterer Vorteil ist die bedeutend verbesserte Kühlung der heißesten Teile des Motors, also des Zylinderdeckels, des Kolbenbodens und der Zylinderwände durch die unter Druck zugeführte Spülluft. Das bedeutet längere Lebensdauer dieser Teile und störungsfreieren Betrieb.

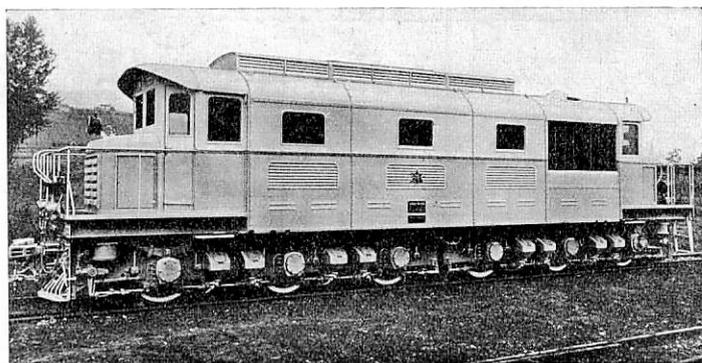


Abb. 1. 950 PS Dieselelektrische Lokomotive für die Kongobahnen.

Da ein Teil der Verbrennungswärme von der Luft abgeführt wird, wird die zur Rückkühlung des Motorkühlwassers erforderliche Kühlfläche um etwa ein Drittel verringert. All dies verleiht der Verwendung des Dieselmotors zum Antrieb von Lokomotiven größerer Leistung einen neuen Antrieb.

Die ersten in Frankreich unter Ausnutzung dieses Verfahrens gebauten Diesellokomotiven sind drei dieselelektrische Lokomotiven von je 950 PS für den französischen Kongo (Abb. 1). Das Leistungsprogramm sah als Höchstgeschwindigkeit 70 km/Std. vor. Die Lokomotive sollte auf der Steigung von 22‰ einen Güterzug von 300 t aus dem Stillstand anziehen und mit 17 km/Std. befördern. Auf der Steigung 15‰ sollte ein Güterzug von 480 t 20 Min. lang befördert werden können. Schließlich war auf der in Frage kommenden Strecke von Pointe-Noire nach Brazzaville (511 km) die Beförderung eines 250 t schweren Schnellzugs mit einer Reisegeschwindigkeit von 50 km/Std. bei nur vier Unterwegsaufenthalten von je 5 Min. gefordert. Die Vielfachsteuerung (damit zwei Lokomotiven an der Spitze des Zuges von nur einem Führer gesteuert werden können) vervollständigt dieses vielseitige Programm. Erschwerend kommen die klimatischen Bedingungen des Verwendungsgebietes hinzu. Große Feuchtigkeit und starker Laubfall verbieten, der Berechnung eine höhere Reibungszahl als 1/8 zugrunde zu legen. — Der Achsdruck darf 15 t nicht überschreiten, die Spurweite ist nur 1067 mm.

m³ Verbrennungsraum in der Stunde bei niederem Luftüberschuß und Rauchfreiheit verbrannt.

Der Kessel kann sehr rasch vom kalten Zustand aus in Betrieb genommen werden, dabei muß allerdings der Hilfsmaschinensatz von einer fremden Kraftquelle aus betrieben werden. Der Kessel kann innerhalb von 4 Min. Dampf mit geringem Druck und nach weiteren 6 Min. den normalen Bedarf mit normalem Druck und normaler Temperatur liefern.

Zwei miteinander gekuppelte dreiachsige Treibgestelle tragen den Kastenaufbau, in dem die dieselelektrische Stromerzeugungsanlage mit den dazugehörigen Hilfsmaschinen untergebracht ist. Jede Achse ist angetrieben. Der Kastenaufbau ist frei von jeder Zugkraftübertragung, da die Zugkräfte von Treibgestell zu Treibgestell durch die Kupplung übertragen werden. Der Kasten ruht auf jedem Gestell auf zwei seitlichen elastischen Auflagern und wird in üblicher Weise durch Kugelnzapfen und Pfanne geführt. Außerdem übertragen an den inneren Enden der Treibgestelle waagerechte Blattfedern (senkrecht zur Fahrtrichtung) einen Teil des Gewichts auf die Drehgestellrahmen.

Der Antriebsmotor ist der bekannte Motor der MAN., Type WV 30/38 (in Frankreich in Lizenz gebaut), der mit Aufladegeräten der Firma Rateau versehen ist. Der Motor leistet in der hier gewählten Sechszylinderanordnung 950 PS bei 700 Umdr./Min. und 38% Aufladung. Er kann ohne Bedenken bis 50% aufgeladen werden und leistet dann bei der genannten Umdrehungszahl 1050 PS. Die Auspuffgase je dreier benachbarter Zylinder treiben das Turbinenrad eines Aufladegerätes. Es sind also für den Sechszylindermotor zwei Gebläse vorhanden. Abb. 2

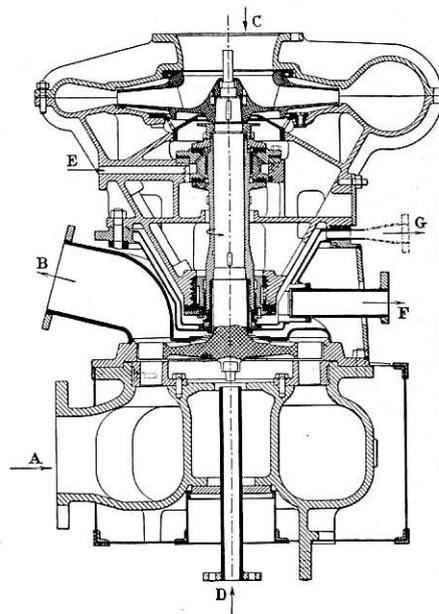


Abb. 2. Aufladegeräte Bauart „Rateau“. A Gaseintritt, B Gasaustritt, C Luft-eintritt, D Kühlluft-eintritt für das Turbinenrad, E Schmieröleintritt, F Ölaus-tritt, G Kühlwasseraustritt.

zeigt einen Vertikalschnitt durch ein Gebläse der Bauart „Rateau“. Das Gebläse mit senkrechter Welle sitzt auf einem Stahlgußstück, das die Zuführungskanäle der Abgase aufnimmt. Dieses wiederum ist mit den Zylinderköpfen der drei Zylinder verschraubt. Bemerkenswert ist der Wasserschirm (das Wasser tritt bei G' aus), der die Übertragung der hohen Abgastemperaturen auf die Wellenlagerung verhindern soll. Die Wasserführung ist vom Kühlwasserumlauf des Diesels abgezweigt. Durch das Rohr „D“ wird zur Kühlung vom Gebläse geförderte Luft auf das Turbinenrad geleitet.

Der Motor hat Drehzahlregelung. Außer seiner Regeldrehzahl von 700 Min. sind zwei weitere Stellungen bei 560 und 450 Umdr./Min. vorgesehen. Die Einstellung erfolgt selbsttätig je nach der Stellung der Fahrkurbel, indem elektropneumatische Ventile betätigt werden, die auf die Reglerfeder wirken. Die elektrische Übertragung „System Jeumont“ erreicht dadurch, daß die Erregung des Hauptgenerators in

Abhängigkeit von der Geschwindigkeit steht, bei einer bestimmten Stellung der Fahrkurbel stets gleichbleibende Belastung des Dieselmotors. Sie wird bei der nachfolgend behandelten Lokomotive kurz beschrieben. — Angelassen wird der Motor durch einen kleinen auf der Welle des Hauptgenerators sitzenden Hilfsgenerator, der dann als Motor wirkt und seinen Strom der Batterie entnimmt. Eine eingehende Beschreibung der Lokomotive ist in der Zeitschrift „La Technique Moderne“ vom 1. April 1936 veröffentlicht worden.

Die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn schrieb im Jahre 1935 zwei Diesellokomotiven aus. Diese Lokomotiven verdienen wegen des dem Bau zugrundegelegten Leistungsprogramms und einiger neuartiger Bauformen besondere Beachtung. Sie sollen die Hauptstrecke der PLM. Paris—Nizza (1088 km) ohne Unterwegsbehandlung mit einer

Reisegeschwindigkeit von mindestens 100 km/Std. und einer Höchstgeschwindigkeit von 130 bis 140 km/Std. bei einer Belastung von 450 t zurücklegen. Bei D-Zügen von 600 t sollen die Fahrzeiten gegenüber den derzeitigen (Reisegeschwindigkeit 76 km/Std.) nennenswert gekürzt werden. Endlich wird verlangt, daß die Motoren mit französischen Brennstoffen arbeiten und in den beiden der

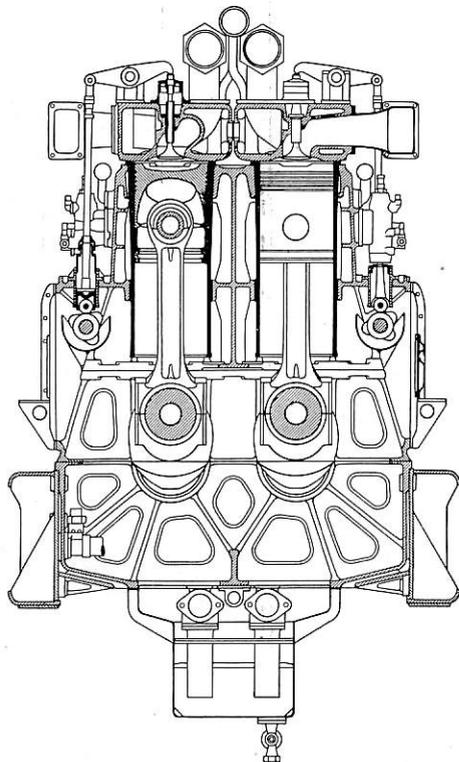


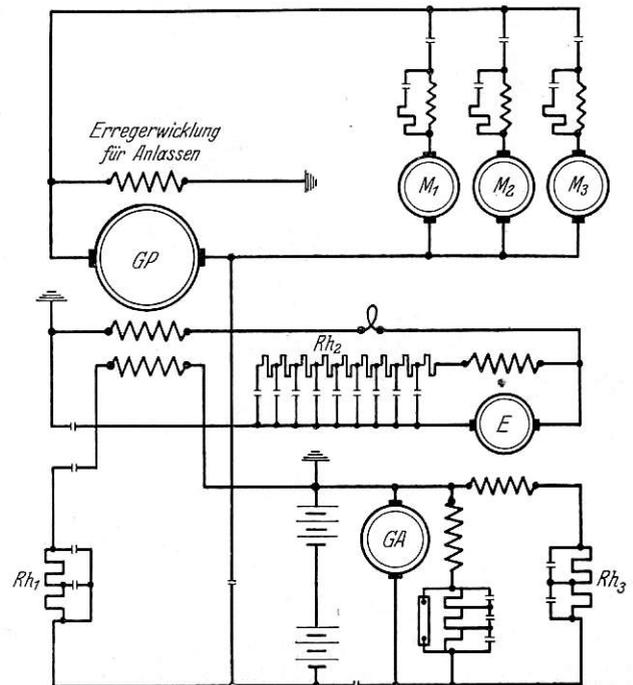
Abb. 3. Schnitt durch den Zwölfzylinder-Zweiwellenmotor von Sulzer.

folgenden Jahren mindestens je 250 000 km zurücklegen. Die Nichteinhaltung dieser Bestimmung unterliegt einer Vertragsstrafe, bei Überschreitung der Kilometerleistung wird dagegen eine Prämie gewährt!

Eine dieser Lokomotiven ist von der „Compagnie des Forges et Acieries de la Marine et d'Homecourt“ als Generalunternehmer in Verbindung mit den „Ateliers de Constructions Electriques de Jeumont“ für den elektrischen Teil gebaut worden, denselben Firmen, die auch die eingangs beschriebenen drei dieselektrischen Lokomotiven für den Kongo hergestellt haben. Eine ausführliche Beschreibung dieser Lokomotive findet sich in „Revue Generale des Chemins de Fer“ vom 1. Juli 1937.

Das Leistungsprogramm bedingt eine Leistung an der Dieselwelle von 4000 PS. Man hat die Aufteilung dieser Leistung auf zwei gleiche, kurzgekuppelte Lokomotiveinheiten gewählt. Jeder Lokomotivteil ist für sich ein geschlossenes Ganzes mit der Achsanordnung 2' Co 2'. — Jeder der beiden Motoren ist ein Zwölfzylinder-Zweiwellenmotor (Abb. 3) von Sulzer. Die beiden Kurbelwellen arbeiten auf ein gemeinsames Abtriebszahnrad. Hub und Bohrung jedes Zylinders beträgt 390 bzw. 310 mm. Zwei an den Maschinenenden angeordnete Aufladegeräte (Rateau) von derselben Bauart wie bei den „Kongo“-Lokomotiven, laden den Motor mit etwa 40 bis 45% der Nennleistung auf. Die Drehzahl der Gebläse beträgt 10250 Umdr./Min., der Aufladepressure 0,3 atü. Die

Wahl des Zweiwellenmotors mit stehenden Zylindern gibt die Möglichkeit, die Breite gering zu halten und auf diese Weise zu beiden Seiten einen einigermaßen brauchbaren Durchgang zu schaffen. Die Bewahrung des Zweiwellenmotors selbst wird abgewartet werden müssen. Jedenfalls haben andere Firmen diese Bauart wieder verlassen. Der geschweißte Stahlgußunterkasten des Motors ist seitlich mit Längsträgern verschraubt, deren Querverbindungen auch zur Auflagerung des Haupt- und Hilfsgenerators dienen. Die Motoren haben Drehzahlregelung, und zwar sind Drehzahlen von 400, 500, 600 und 700 Umdr./Min. vorgesehen, die durch Einwirken von elektro-pneumatischen Ventilen auf die Reglerfedern eingestellt werden. Bei diesen Drehzahlen wird jeder Motor bei



GP Hauptgenerator, GA Hilfsgenerator, E Achserregemaschine, M₁ bis M₃ Antriebsmotoren.

Abb. 4. Schaltbild des Hauptgenerators.

einer bestimmten Stellung des Fahr Schalters stets gleichbleibend belastet. Erreicht wird dies durch die nachfolgend beschriebene elektrische Übertragung nach dem System „Jeumont“.

Der Hauptgenerator hat drei Erregerwicklungen (Abb. 4). Eine in Reihe geschaltete Erregerwicklung dient lediglich zum Anwerfen des Dieselmotors unter Stromentnahme aus der Batterie. Die Fahrkurbel im Führerstand hat außer der Anfahrstellung drei Anfahrstellungen und zwölf Fahrstellungen. In den drei Anfahrstellungen wird der Erregerstrom der Batterie entnommen. Ein regelbarer Widerstand (Rh 1) ist in den Erregerstromkreis 1 eingeschaltet. In den eigentlichen Betriebsstellungen des Fahr Schalters liefert der Achsgenerator E den Erregerstrom. Er trägt zwei Erregerwicklungen, und zwar eine Nebenschlußwicklung, in deren Kreis der Widerstand Rh 2 liegt und eine Fremderregerwicklung, die vom Hilfsgenerator GA gespeist wird. In diesem Stromkreis liegt der Widerstand Rh 3. Bei gleichbleibender Umdrehungszahl des Dieselmotors hat nun jede Änderung der Erregung des Achsgenerators durch Änderung des Widerstandes im Nebenschlußerregersstromkreis eine Änderung des Feldes des Hauptgenerators und damit eine Be- bzw. Entlastung des Dieselmotors zur Folge. Bei Drehzahländerung des Diesels, die, wie bereits erwähnt auf elektro-pneumatischem Weg durch Beeinflussung des Reglers erreicht wird, wird gleichzeitig der Widerstand Rh 3 verändert. In den drei Anfahrstellungen und in Stufe 1 der

Betriebsstellungen der Fahrkurbel läuft der Dieselmotor mit 400, in Stufe 2 bis 5 mit 500, in Stufe 6 bis 10 mit 600 und schließlich in Stufe 11 und 12 mit 700 Umdr./Min.

Wird bei einer bestimmten Stellung der Fahrkurbel die Geschwindigkeit des Zuges etwa durch Einfahren in eine Steigung geringer, so wird die vom Achserreger gelieferte Spannung absinken, die Stromstärke dagegen steigen.

In dem vom Hilfsgenerator gespeisten Erregerstromkreis der Achserregermaschine sind ferner kleine Widerstände eingeschaltet, die von den Antriebsorganen der Brennstoffpumpen betätigt werden und die den Zweck haben, eine Überlastung des Dieselmotors zu verhindern, zum Beispiel bei Ausfall eines Zylinders. Diese Widerstände sind ferner von Druckreglern abhängig, die unter dem Einfluß der Aufladeluft stehen und die die vom Dieselmotor geforderte Leistung sofort abmindern, wenn die Gebläse schadhaft werden.

Der Fahrzeugrahmen besteht aus Stahlblechen von 25 mm Stärke. Die Querverbindungen des Rahmens sind aus zusammengeschweißten gekanteten Blechen hergestellt und mit dem Rahmen verschraubt. Dieselmotor, Haupt- und Hilfs-generator sind nicht unmittelbar mit dem Lokomotivrahmen verbunden, sondern sind — wie bereits erwähnt — auf ihrer ganzen Länge mit geschweißten Langträgern verschraubt. Die Betriebsgruppe hat also ihren eigenen Rahmen, der wiederum auf starken Abdeckblechen des Lokomotivrahmens aufliegt und mit Paßbolzen mit diesem verschraubt ist. Diese Konstruktion ermöglicht nach Lösen einiger Schrauben ein leichtes Herausheben der ganzen Gruppe durch Öffnungen im Dach. Die Eisenkonstruktion des Kastenaufbaues ruht auf Stahlgußkonsolen, die außen an den Rahmenblechen angeschraubt sind. Die Seitenwände und das Dach bestehen aus Stahlblechen, während der abnehmbare Dachaufbau zum Herausnehmen der Antriebsgruppe und viele Einzelteile in der Lokomotive selbst aus Leichtmetall hergestellt worden sind.

Die Achsantriebsmotoren liegen zwischen den Achsen

Diesellokomotive mit direktem Antrieb.

Die von der Humboldt-Deutzmotoren A. G. vor einigen Jahren gebaute Diesellokomotive mit direktem Antrieb hat seitdem 40000 km im Probetrieb zurückgelegt. Sie ist im Forschungsheft des VDI Nr. 363 und kürzlich, nachdem einige Verbesserungen vorgenommen worden sind, im Dezemberheft 1937 von Glasers Annalen und in der Nr. 47 der RTA vom 24. November 1937 erneut beschrieben worden. Die Schwierigkeiten, den direkten Antrieb zu verwirklichen, sind bekannt. Sie liegen, um sie nur kurz zu erwähnen, in der Eigenschaft des Dieselmotors, über den ganzen Drehzahlbereich ein im großen und ganzen konstantes Drehmoment abzugeben und in der Unmöglichkeit, mit einem Verbrennungsmotor unter Last anzufahren. Hierzu sind Hilfsmittel erforderlich. Die Verwendung von Druckluft zum Anfahren ist naheliegend. Bei ausschließlicher Verwendung von Druckluft treten aber Schwierigkeiten bei der Umschaltung von reinem Druckluft- auf reinen Dieselbetrieb ein, da es u. a. nicht ganz einfach ist, die für den Dieselbetrieb erforderlichen Zündtemperaturen in den Zylindern mit Sicherheit zu gewährleisten. Deutz hat nun eine Bauart gewählt, die beides, also Anfahren mit Druckluft und gleichzeitigen Dieselbetrieb, kombiniert. Das Hilfsmittel, beim Anfahren Zündungen des eingespritzten Brennstoffes in den kalten Zylindern zu erreichen, sind elektrisch geheizte Glühspiralen. Der Brennstoff wird auf diese Glühspiralen gespritzt, so daß Zündungen gleich beim ersten Zylinderhub eintreten. Damit wird erreicht, daß das Anfahren mit Druckluft unterstützt wird und daß die Zylinder in kurzer Zeit die für reinen Dieselbetrieb erforderliche Temperatur erreichen.

Wie aus der schematischen Darstellung (Abb. 1) zu ersehen ist, sind drei Dieselizeylinder vorgesehen. Der innen liegende Zylinder arbeitet auf die erste, die beiden äußeren Zylinder auf die zweite Treibachse.

Zum Betrieb der Lokomotive sind eine Anzahl Hilfsbetriebe erforderlich. Benötigt wird zunächst Luft und zwar Druckluft

und sind mit dem Lokomotivrahmen fest verbunden. Die zwei Antriebszahnäder jedes Motors treiben zwei Zahnäder, die auf einer zur Treibachse konzentrischen Hohlwelle befestigt sind. Die Kraft wird dann weiter (nach der bekannten Antriebsart „AEG-Kleinow“) durch Zwischenschalten von Federköpfen auf die Räder übertragen. Der Durchmesser der Treibräder ist 1040 mm.

Angefügt seien noch folgende Daten: Gesamte Länge der Doppellokomotive zwischen den Puffern 33,05 m; Abstand der Drehzapfen der Drehgestelle einer Lokomotivhälfte 11,00 m; fester Achsstand (Treibachsen) einer Lokomotivhälfte 4,80 m.

Die Tragfedern der drei Treibachsen sind durch Längsausgleichfedern verbunden. Mit den Drehgestellen ergibt sich so eine Vierpunktaufhängung des Lokomotivrahmens. Die Drehgestelle selbst zeigen die übliche Anordnung. Erwähnt sei nur, daß elastische Anschläge an den Stirnseiten etwaige Schlingerbewegungen dämpfen.

Die Kühler für Kühlwasser und Schmieröl des Dieselmotors sind in den Seitenwänden der Lokomotive angeordnet. Die Lüfter mit ihren Antriebsmotoren hängen am Dach. Die Kühlwirkung kann durch Reihen- oder Parallelschaltung der Lüftermotoren, ferner durch die sonst üblichen Drosselklappen geregelt werden. Ferner ist die Möglichkeit vorgesehen, zur Beschleunigung der Motorenerwärmung Dampf in die Kühlwasserbehälter zu leiten.

Stromlinienförmige Verkleidung und entsprechende Ausbildung der Kopfenden vermindern den Luftwiderstand bei den vorgesehenen hohen Geschwindigkeiten. Die Führerstände geben durch vernünftige Beschränkung der Anzeigeeinstrumente und Überwachungseinrichtungen auf das unbedingt notwendige Maß ein klares und übersichtliches Bild. Die gesamte Lokomotive (also beide Hälften) wiegt 225,6 t. Auf die Höchstleistung von 4000 PS an der Dieselmotorell bezogen ergibt das ein Leistungsgewicht von 56,5 kg/PS, das als sehr günstig bezeichnet werden kann und nur durch die Verwendung von Auflademotoren verwirklicht werden konnte. Boettcher.

zum Anfahren und Spülluft für die doppelwirkenden Zweitaktzylinder. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Spülluft bei kleineren Geschwindigkeiten nicht voll gedeckt werden kann, da die Hauptspülgebläse von den Achsen eines Drehgestells angetrieben werden. Es ist also ein von einem Hilfsdiesel angetriebener Hochdruckkompressor erforderlich, der die Anfahr- und Zuladeluft liefert und außer den erwähnten Achsgebläsen noch ein elektrisch angetriebenes Hilfsspülgebläse.

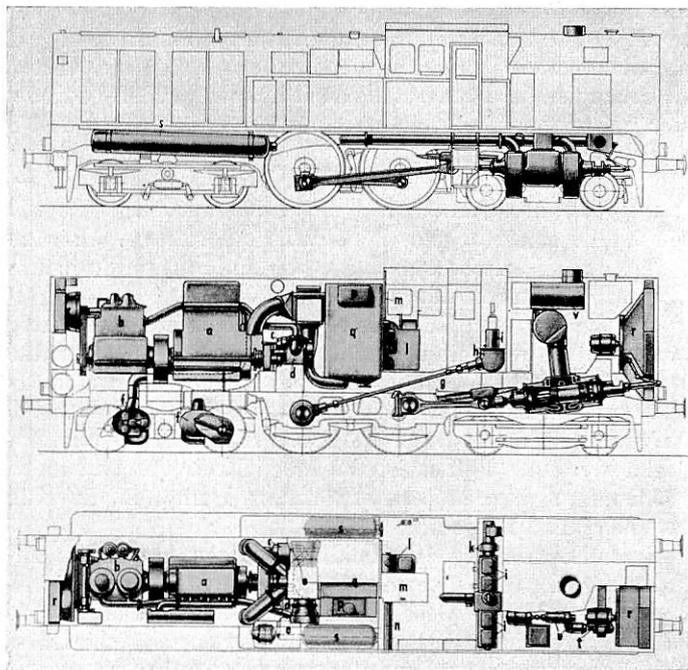
Der Hilfsdiesel dient ferner zum Antrieb eines Generators, der den Strom für die Batterie liefert, ferner zum Antrieb der Kühlwasserumwälzpumpe, der Lüftermotoren und des Hilfsspülgebläses. Der Hilfsdiesel gibt eine Höchstleistung von 150 PS ab. Er arbeitet dauernd mit, da ständig Strom für die Hilfsbetriebe gebraucht wird und die Dieselizeylinder bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 70 km/Std. vom Kompressor aufgeladen werden.

Da die Zylinder als doppelwirkende Zweitaktzylinder arbeiten, wird die Zuführung der Spülluft von den Kolben selbst gesteuert. Die Zuführung der Anfahrdruckluft und der Zuladeluft regeln dagegen öldruckgesteuerte Ventile, die von der Steuerwelle in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit betätigt werden. Diese Steuerwelle dient auch zum Antrieb der beiden Einspritzpumpensätze, von denen der eine zur Brennstoffförderung während der Anfahrperiode dient.

Erwähnt sei noch die Notwendigkeit, die Zweitaktkolben der Dieselizeylinder mit Hochdruckwasser zu kühlen, das durch Gelenkrohre zugeführt wird. Es ist ein notwendiges Übel, da sonst die Wasserströmung bei der auftretenden Massenwirkung abreißen würden.

Es sind also eine ganze Anzahl von Hilfsbetrieben erforderlich, deren einwandfreie Einstellung und deren betriebliche Unterhaltung nicht gerade einfach ist. Die Diesellokomotive mit direktem Antrieb in der Deutzer Ausführung läßt gerade in dieser Beziehung eine Überlegenheit gegenüber Dieselgetriebe-lokomotiven, ins-

besondere gegenüber dieselhydraulischen Lokomotiven nicht erkennen. Die in den Aufsätzen erwähnten besonderen betrieblichen Vorteile — insbesondere bei hohen Fahrgeschwindigkeiten — teilt die direkt angetriebene Diesellokomotive mit den Getriebelokomotiven. Das besondere Verdienst von Deutz liegt nicht darin, eine Diesellokomotive gebaut zu haben, die in ihrem technischen



- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| a Hilfsmotor | m Instrumententafel |
| b Kompressor | n Elektr. Schaltkasten |
| c Generator | o Spülluft-Richtungswechselventil |
| d Aufladegeräte | p Sandkasten |
| e Hilfs-Spülgebläse | q Brennstofftank |
| f Haupt-Spülgebläse | r Kühler vorn und hinten |
| g Gelenkwelle | s Luftflaschen |
| h Steuerwelle | t Ventilatorantrieb |
| i Brennstoffpumpen | u Kühlwasserpumpen |
| k Ölsteuerung für Zuladeluft | v Auspuff |
| l Bedienungstisch | |

Abb. 1. 2' B 2' Diesel-Dreizylinder-Schnellzug-Lokomotive mit direktem Antrieb. (Humboldt-Deutzmotoren A. G. Köln.)
Reibungsgewicht 36 t, Dienstgewicht 87 t, Brennstoffvorrat 2,5 t.

Aufbau und in ihrer betrieblichen Eignung den Dieselgetriebelokomotiven überlegen ist, sondern darin, den alten Gedanken des direkten Antriebes ein gutes Stück weiter geholfen zu haben. Der begrüßenswerte Wettbewerb der verschiedenen Antriebsarten wird schließlich zu einer Klärung führen, die durch die betriebliche Eignung, durch den Anschaffungspreis und — vielleicht ausschlaggebend — durch die Unterhaltungskosten entschieden werden wird. Vorläufig sind die Dinge jedenfalls noch im Fluß. Zweifellos wird aber die direkt angetriebene Diesellokomotive auf dem von Deutz beschrittenen Wege weiter entwickelt werden können und mit dazu beitragen, dem Dieselmotor das Gebiet der Zugförderung auf breiter Grundlage zu erschließen.

Abb. 2 zeigt die Lokomotive in der Ansicht. Anordnung und Bedienung der Lokomotive sind der der Dampflokomotive angeglichen. Die Bedienung ist verhältnismäßig einfach. Eine Luftsteuerung, die die Anfahr- und Aufladeluft regelt, ein Luftdrosselventil und die Brennstoffhebel sind die stets zu bedienenden Regelungsorgane. Der Führer hat es also in der Hand — je nach

Belastung oder Steigung — durch Aufladung der Dieselsylinder die Zugkraft zu verändern. Wirtschaftliches Fahren hängt demnach genau wie bei der Dampflokomotive von den Fähigkeiten des Lokomotivführers ab. Ein geschickter Führer wird weniger Luft zum Anfahren brauchen und damit die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Mehr Luftverbrauch macht größere Luftflaschen und größeren

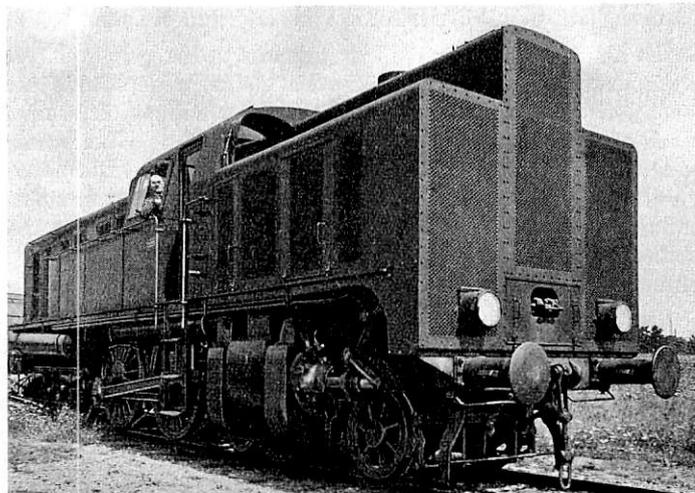


Abb. 2.

Kompressor, d. h. größeren Hilfsdiesel erforderlich. Gewicht und Anlagekosten steigen also bei Verwendung dieser Bauart zur Beförderung von schweren Güterzügen, die häufig anfahren müssen. Die zweckmäßige Verwendung der Deutzer Lokomotive ist also die Beförderung leichter Personenzüge und Schnellzüge, worauf in den genannten Aufsätzen ja auch besonders hingewiesen wird.

Boettcher.

Persönliches.

Geh. Baurat Professor Dr. Ing. e. h. Wilhelm Cauer
achtzig Jahre.

Am 13. Februar dieses Jahres feierte Herr Geheimer Baurat Professor Dr. Ing. e. h. W. Cauer in geistiger und körperlicher Rüstigkeit seinen 80. Geburtstag. Seine hervorragenden Verdienste um die Eisenbahnwissenschaft sind in dieser Zeitschrift gelegentlich seines 70. Geburtstages gewürdigt worden. Aber auch in seinem 8. Jahrzehnt hat Cauer wertvolle wissenschaftliche Arbeit geleistet. Als Mitglied der Studiengesellschaft für Rangiertechnik leitete er bis 1934 den Sonderausschuß für Profildienstleistung. Der Unterzeichnete, der mit Cauer die Grundsätze für die Ermittlung der günstigsten Neigungsverhältnisse auf Flachbahnhöfen aufgestellt hat, hatte hierbei Gelegenheit, die außerordentliche Sachlichkeit, die peinliche Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit zu bewundern, mit denen Cauer auf der Grundlage eines umfassenden Wissens, wie es nur selten zu finden ist, seine Aufgabe löste. Bei seinem Ausscheiden aus der Studiengesellschaft für Rangiertechnik sprach die Deutsche Reichsbahn ihm ihren besonderen Dank für seine wertvolle Mitarbeit aus. Bis zum heutigen Tage verfolgt Cauer alle Fragen des Eisenbahnwesens mit lebhaftem Interesse. Mit der erstaunlichen Frische des Geistes, die ihm heute noch eigen ist, kann der Jubilar im Kreise seiner Familie am Ende seines 8. Jahrzehnts auf ein Leben voll erfolgreicher Arbeit zurückblicken. Daß ihm noch ein langer glücklicher Lebensabend beschieden sein möge, ist unser aller Wunsch.

Prof. W. Müller, Berlin.

Verschiedenes.

2000 km Reichsautobahnen.

Nachdem am 27. September 1936 die ersten 1000 km Reichsautobahnen fertiggestellt waren, wurde mit Ablauf des Jahres 1936 eine Gesamtlänge von 1087 km erreicht. Bis zum 17. Dezember 1937 wurden noch weitere 927 km eröffnet, so daß damit im ganzen

2014 km dem Betrieb übergeben sind. Die Fertigstellung des 2000. Kilometers wurde am 17. Dezember 1937 in Berlin in Anwesenheit des Führers durch eine besondere Feier begangen, zu der sich 2000 Arbeiter der Stirn und der Faust aus den 15 OBR-Bezirken einfanden. In seiner großen Rede am Kameradschaftsabend

im Theater des Volkes hat der Führer erklärt, daß das endgültige Netz der Reichsautobahnen zwischen 10 000 und 12 000 km betragen werde.

Zu den im Jahre 1936 fertiggestellten Streckenlängen sind im Jahre 1937 auf den nachgenannten Linien folgende Teilstrecken neu hinzugekommen:

Berlin—Hannover	58 km
Dresden—Jena—Eisenach	122 „
Hamburg—Lübeck	57 „
Köln—Düsseldorf—Industriegebiet	11 „
Berliner Ring	56 „
Königsberg—Elbing	51 „
Kassel—Göttingen	77 „
Schleiz—Ingolstadt (Berlin—München)	87 „
Berlin—Stettin—Ostpommern	26 „
Berlin—Frankfurt (Oder)	50 „
Stuttgart—Ulm—München	89 „
Köln—Frankfurt (Main)	30 „
Heidelberg—Karlsruhe	17 „
Frankfurt (Main)—Gießen	20 „
Breslau—Berlin	50 „
Saarbrücken—Mannheim	29 „
München—Landesgrenze	22 „
Hamburg—Bremen	9 „
Blocklandstrecke bei Bremen	26 „
Ruhrgebiet—Hannover	35 „
Dresden—Görlitz	5 „
zusammen	927 km

Nur durch die Zusammenfassung aller Kräfte beim Entwurf, beim Bau und in den Lieferwerken war es möglich auch im Jahre 1937 diese gewaltigen Arbeiten teilweise in Tag- und Nachtschichten zu bewältigen. Das beste Bild von der vollendeten Arbeit geben folgende Zahlen.

Es wurden geleistet:

- rund 25,4 Mio Tagewerke bei einer Belegschaft von rund 100 000 Mann,
 - 57 Mio cbm Erdbewegung (gebundenes und ungebundenes Material),
 - 45 000 t Stahlkonstruktionen für Brücken,
 - 46 000 t sonstige Stahlteile für Eisenbetonbauwerke und Fahrbahnbewehrung,
 - 1,5 Mio cbm Beton,
 - 11 Mio qm Fahrbahndecken.
- Hierzu wurden verbraucht:
- 1,2 Mio t Zement,
 - 6 Mio cbm Kies und Sand,
 - 1,4 Mio cbm Schotter,
 - 0,5 Mio t Pflastersteine,
 - 0,9 Mio t Bruchsteine und Packlage.

Gegenüber den Vorjahren hat die Verwendung von Naturstein für die Brückenbauwerke ganz wesentlich zugenommen. Es wurde erreicht, daß sich die Bauwerke durch die Verwendung des bodenständigen Gesteins in bester Weise in die Landschaft einpassen, was bei den gleichbleibenden, immer wiederkehrenden Formen der Betonbrücken nicht immer der Fall ist.

Die Verwendung der Baumaschinen jeglicher Art (besonders Bagger und Mischer) wurde unbeschränkt zugelassen, während früher zur Behebung der Arbeitsnot nur Handarbeit erlaubt war. Zur Verwendung der Maschinenarbeit zwang einerseits das verlangte Arbeitstempo, andererseits aber auch der immer mehr fühlbar werdende Mangel an menschlicher Arbeitskraft, die allorts für die Durchführung der immer mehr auftretenden Bauvorhaben nötig wurde.

Der Mangel an heimischen Arbeitern zwang in vielen Gegenden dazu, Arbeitskräfte aus anderen Teilen des Reiches heranzuziehen, wo weniger Bauaufgaben entstanden waren oder überhaupt mehr Arbeitslose noch vorhanden waren. In Ermangelung der für eine so große Arbeiterzahl notwendigen Privatunterkünfte mußten in großem Umfang Lager gebaut werden, die für die Arbeitskameraden alle Bequemlichkeiten enthalten, um ihnen ihr gewohntes Heim einigermaßen zu ersetzen. Durch Kameradschaftsabende, Vorführungen der Reichsautobahn Bühne, Veranstaltungen von KdF und dergl. wurde den Lagerinsassen nach schwerer Tagesarbeit auch Freude geboten. Die Betreuung der Arbeiter war eine besondere Sorge der Obersten Bauleitungen.

Im Jahre 1937 wurde auch in erhöhtem Maße an die Erstellung der Nebenanlagen gegangen, vor allem an die Erbauung der Tankstellen und Straßenmeistereigehöfte. Die Anlage der Park- und Rastplätze entlang der Bahn wurde weiter betrieben. Auf ihnen soll der Fahrer im Wald und an schattigen Stellen die Fahrt unterbrechen können, um sich auszuruhen oder notwendige Instandsetzungen auszuführen. Durch die Loslösung dieser Rastplätze von der eigentlichen Straße wurden bereits sehr großzügige Anlagen geschaffen.

Für die Winterwartung, welche besonders auf den Mittelgebirgstrassen wegen der dort auftretenden Verwehungen außerordentlich schwierig ist, wurden auf Grund der Erfahrungen des vorhergegangenen Winters neue Geräte ausgebildet, welche die möglichst völlige Säuberung und damit die gefahrlose Benützung der Reichsautobahnen gewährleisten sollen.

Neben den Bauarbeiten wurde aber auch die Entwurfsbearbeitung so vorgetrieben, daß die Inangriffnahme neuer Baulose zur Einhaltung des Bauprogramms möglich ist.

Was vor einigen Jahren vielen Zweiflern des Auslandes und auch des Inlandes als eine Utopie erschien, heute ist es bereits Wirklichkeit. Die Ungläubigen von damals sehen, daß der Bau von Reichsautobahnen nicht in seinen Anfängen stecken geblieben ist, sondern daß es nach erst vier Jahren bereits möglich ist, auf langen zusammenhängenden Strecken die Reichsautobahn zu benützen. Es möchte nur auf die Strecke Leipzig—Nürnberg mit rund 280 km oder Berlin—Hannover mit rund 225 km hingewiesen werden. Ein besonderer Erfolg wird es sein, wenn im nächsten Jahre die Strecke Ostsee—Alpen mit 900 km durchgehend fertiggestellt ist. Aus einer Reihe von Ländern bereisten im vergangenen Jahre große Abordnungen Strecken der Reichsautobahnen, um sich von der richtunggebenden und großzügigen Anlage und der Energie in der Durchführung der Arbeiten ein Bild zu verschaffen.

Waldmann.

Mineralöltagung 1937.

Die Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung (DGfMÖ) und die Brennkrafttechnische Gesellschaft (BTG) veranstalteten gemeinsame fachwissenschaftliche Vortragssitzungen am 2. und 3. Dezember im Landwehrkasino zu Berlin.

In der Vortragssitzung: Mineralölchemie sprach Direktor K. Keltser, Estnische Steinöl A. G. Kiviöli (Estland) „Über die Estnische Schieferölgewinnung“. Die Schwelung des Ölschiefers erfolgt im estländischen Tunnelofen, von dem letzthin Einheiten für einen Tagesdurchsatz von 400 t aufgestellt wurden. Die Betriebsausbeute ist sehr gut und die Schwelung selbst stark backender ölhaltiger Gesteine möglich. Die Schwelprodukte sind Rohöl und Benzin. Nach dem Vortrag von Dr. Ing. Jäppelt ist es gelungen, auch stückige Steinkohlen durch entsprechende Vorbehandlung mit Gasen für Spülgasschwelung geeignet zu machen. Der anfallende Schwelkoks ist stückig und zu 80% fest in der Größe der Ausgangskohle. Von den übrigen Vorträgen sei auf diejenigen hingewiesen, die sich mit der für die Praxis wichtigen Frage der Lagerbeständigkeit und Mischbarkeit von Mineralölen befassen. Nach dem Vortrag von Dr. Schick, Berlin geht beim Mischen verschiedenartiger Komponenten die Alterungsneigung des durch Mischung erhaltenen Motorschmieröls vielfach beträchtlich über den zu schätzenden Durchschnittswert, in einigen Fällen sogar über die Alterungsneigung der weniger stabilen Komponente hinaus. Zur Verhinderung der Erscheinung wurde die Behandlung mit schlammfällenden Mitteln wie z. B. mit Schwefelsäure nach der Vermischung der Ölkomponenten für geeignet gefunden. Eine solche Gemischraffination hat sich auch bewährt, um verschiedenartige Dieseldieselkraftstoffe zu stabilisieren, die sonst in Mischung, insbesondere beim Lagern, zu Ausfällungen führen. Man hat damit die Möglichkeit zur Herstellung von Mischungen verschiedener Erzeugungsarten z. B. zwecks Ausgleich der Eigenschaften wesentlich erweitert. Auch Dr. Ing. Marder hat sich mit dem unerwarteten Verhalten mancher Gemische aus Dieseldieselkraftstoffen, bereits nach kurzen Lagerzeiten starke Ausscheidungen an asphaltartigen Stoffen zu zeigen, beschäftigt. Daher ist die Prüfung der Dieseldieselkraftstoffe auf gute Mischbarkeit neben Lagerfähigkeit, die im Gemisch mit Kogasin II im bestimmten Mischungsverhältnis erfolgen kann, sehr wichtig.

In der Vortragssitzung: Geophysik teilte Prof. Dr. Barsch

mit, daß in Zukunft Erdölkonzessionen nur noch auf Grund geophysikalisch ermittelter erdöhlöffiger Strukturen erteilt werden, um derart Staat und Industrie bestens zu dienen, und Dr. Closs, daß durch umfangreiche regionale Schweremessungen in Süddeutschland bisher gänzlich unbekanntes Untergrundstrukturen aufgefunden werden konnten.

In der Vortragsitzung der BTG: „Kraftverkehr und Kraftmaschinen“ sprach Dr. Finsterwalder zu der von der Humboldt-Deutzmotoren A. G. entwickelten 2' B 2' Diesel-Dreizylinder-Schnellzuglokomotive mit unmittelbarem Antrieb für leichten Schnellzugdienst bis zu 110 km/h*). Beim Versuchsbetrieb im Fahrplan der Deutschen Reichsbahn für leichte Personenzüge ersetzte die Diesellokomotive vollwertig die 2 C-Lokomotive P 8 mit Schlepptender von 130 t Dienstgewicht und verbrauchte nur den 3,6ten Teil des Brennstoffes wie die P 8-Lokomotive an Kohlen. Der Vortrag von Prof. Dr. Ing. Wilke, I. G. Farben, Oppau befaßte sich mit Untersuchungen am Hesselmänn-Motor, der als Mitteldruckmotor (1:10) mit Einspritzung am Ende des Verdichtungshubes und Fremdzündung arbeitet. Es hat sich gezeigt, daß in dem Motor Kraftstoffe mit der Oktanzahl 60, die wegen zu geringer Klopfestigkeit im Vergasermotor bereits Schwierigkeiten machen, und Steinkohlenteeröle und Schweröle, die im Dieselmotor nur schwer zünden und verbrennen, Verwendung finden können. Dr. Ing. Klaffen sprach zur „Mitteldruckregelung“

*) Siehe Bericht auf Seite 79.

der Henschel & Sohn A. G. beim Dieselmotor, die in Zusammenarbeit mit der Robert Bosch A. G. als „Angleichregelung“ vervollkommt wurde. In die Einspritzleitung wird ein Überströmventil und eine Drosseldüse eingebaut und die Kraftstoffeinspritzpumpe auf übernormale Förderung eingestellt. Dadurch kann die Durchzugskraft des Motors im unteren Drehzahlbereich für Steigungen und schwierige Geländefahrt bis zu 30% gesteigert werden. Die Schaltarbeit wird wesentlich vermindert.

Nach dem Vortrag von Dipl. Ing. Hausmann wurden die Fahrzeuggeneratoren für Schwellkoks durch die Arbeiten der Heeresverwaltung in Zusammenarbeit mit der Industrie wesentlich verbessert. Fahrleistungen von über 20000 km im Fahrzeug wurden ohne nennenswerte Störungen erreicht. Die Vergasung von Steinkohlenschwellkoks ist als betriebsreif zu bezeichnen. Beim Braunkohlenschwellkoks ist noch die Reinigung des Gases auf Schwefelbestandteile zu verbessern. In Versuchsfahrten auf Autobahnen wurde ein wirtschaftlicher Wettbewerb mit Diesellastkraftwagen festgestellt. Abschließend sei noch der Vortrag von Prof. Dr. Ing. Mangold, Danzig „Die Brennkraftturbine“ erwähnt. Günstige Aussicht zur Lösung dieses wärmetechnisch schwierigen Problems gäbe die Brennkraftturbine mit stufenförmiger Verbrennung. Bei dieser sei die Wärmewirtschaftlichkeit der heutigen Dampfturbine mit 25 bis 28% auf den Brennstoff bezogen bei Höchsttemperaturen von etwa 700° zu erwarten.

Przygode VDI, VDE.

Bücherschau.

Die Entwicklung der Lokomotive

im Gebiete des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, II. Band, 1880—1920.

Von dem großen lokomotivgeschichtlichen Werk, dessen I. Band im Jahre 1930 erschienen und im Organ besprochen worden ist*), liegt nunmehr der II. Band vor. Er ist vom Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen herausgegeben und durch das Reichsbahnzentralamt Berlin zusammen mit Dr. Ing. Metzeltin bearbeitet worden und im Verlag von R. Oldenbourg in München erschienen. Der Umfang des neuen Bandes beträgt 495 Seiten (Lex 8) und 492 Textabbildungen in einem Textband sowie 34 Zahlentafeln und 28 Tafeln mit Zeichnungen, die in einem Tafelband zusammengefaßt sind. Beide Bände zusammen kosten in Leinen 45.— RM.

Der vorliegende II. Band umfaßt einen Zeitraum, in dem die Lokomotive nach Erreichung ihrer ersten Entwicklungsstufen in der Hauptsache durch zwei bedeutende Neuerungen ganz wesentlich vervollkommen worden ist:

Um 1880, zu Beginn des behandelten Zeitraums, ging man im Lokomotivbau zur zweistufigen Dehnung des Dampfes über; es begann damit die Entwicklung der Verbundlokomotive, die dann um die Jahrhundertwende in den Naßdampflokomotiven der Vierzylinder-Verbundbauarten ihren technischen und wirtschaftlichen Höhepunkt erreicht hat. Der Bahnbrecher dieser Neuerung war in Deutschland A. v. Borries, der den Lokomotivbau der norddeutschen Bahnen 20 Jahre lang maßgebend beeinflusst hat.

Um die Jahrhundertwende beginnt dann die Zeit der Anwendung des Heißdampfes, der sich überaus rasch im Lokomotivbau der ganzen Welt einbürgerte und die Naßdampflokomotive fast vollständig verdrängt hat. Auf Grund seiner Erfahrungen an ortsfesten Dampfmaschinen regte der Zivilingenieur Wilhelm Schmidt in Kassel schon 1894 die Anwendung des Heißdampfes im Lokomotivbau an und entwickelte die ersten brauchbaren Überhitzerbauarten. Es war vor allem das Verdienst Garbes, des Lokomotivbeschaffungsdezernenten der Eisenbahndirektion Berlin, daß die Preußische Staatsbahn für einen Versuch gewonnen werden konnte und so mit der Einführung der Heißdampflokomotive voranging. Gegen Ende des Berichtszeitraums, im Jahr 1920, war diese Entwicklung abgeschlossen und die Anwendung des Heißdampfes überall die Regel. Es begann dann eine neue Zeit des Tastens nach ganz neuen Lokomotivbauarten, deren Behandlung einem späteren, III. Band des Gesamtwerkes vorbehalten bleiben soll.

Mit diesen beiden grundlegenden und wichtigsten Stufen der Vervollkommenung ist aber die Weiterentwicklung der Lokomotive in dem behandelten Zeitabschnitt noch nicht erschöpft. Die Abmessungen wurden immer größer — verursacht vor allem durch die Einführung der vierachsigen D-Zugwagen und durch die Erhöhung des Ladegewichts bei den Güterwagen. Die Lokomotivkessel

wurden größer, ihre Rostflächen wuchsen schließlich auf 4 bis 5 m² und kamen damit zu Abmessungen, die denen der heutigen Lokomotiven kaum nachstehen. Infolgedessen mußten die Kessel wesentlich höher gelegt werden; die Lokomotiven wurden länger, ihre Achsenzahl vermehrte sich allmählich bis auf das Doppelte und die Kurvenläufigkeit mußte dementsprechend verbessert werden. Wir stoßen hier zunächst auf die die Radeinstellung der gekuppelten Achsen bewirkenden und daher verwickelten Ausführungen von Klose und Hagans und sehen als Schluß der Entwicklung die vollendeten Lösungen von Helmholtz und Gölsdorf, die auch heute noch nicht übertroffen sind. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Beobachtung, daß die wärmetechnische Verbesserung der Lokomotive in der Hauptsache von Norddeutschland ausgegangen ist, während die lufttechnischen Verbesserungen mehr im Süden geschaffen worden sind. Es ist dies wohl nicht als Zufall anzusprechen, sondern eine Folge der vorherrschenden Betriebsverhältnisse, die im Flachland eine gute Dampfausnutzung und im krümmungsreichen Hügelland gute Kurvenläufigkeit verlangten.

Diese Beobachtung führt zu der Frage, wie die Entwicklung bei den einzelnen Bahnverwaltungen vor sich gegangen ist. Sie läßt sich gut beantworten, weil der Stoff in dem vorliegenden Band nicht mehr nach der Achsfolge gegliedert ist — wie dies im I. Band mit Recht der Fall war — sondern die Weiterbildung im Rahmen der einzelnen Verwaltungen betrachtet wird. Eine solche Gliederung des Stoffes war für den behandelten Zeitraum viel einfacher, weil sich die ursprünglichen vielen kleinen Bahnverwaltungen inzwischen zu einer geringeren Zahl von umfangreichen Bahnnetzen zusammengeschlossen hatten. Dabei konnte der Einfluß der treibenden Persönlichkeiten klarer herausgestellt werden.

Die Preußische Staatsbahn als die größte der in Frage kommenden Verwaltungen hat zweifellos — vor allem wegen der schon erwähnten Einführung der Verbund- und Heißdampfwirkung — ganz überragenden Anteil an den Fortschritten, die in der behandelten Zeitspanne gemacht worden sind. Bei der Entwicklung des Gesamtaufbaus ihrer Lokomotiven scheint sie allerdings nicht immer eine glückliche Hand gehabt zu haben.

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, S. 509.

Bei verschiedenen Bauarten ist — wie in den betreffenden Abschnitten vorurteilslos geschildert — teils die Gewichtsberechnung, teils die Gewichtsverteilung auf die Achsen mangelhaft, so bei der P 10, G 8, T 8, T 12 und T 14. Die Henschelsche 2' C 2' h 4 v-Tenderlokomotive von 1904 (S. 103) ist um 15 t zu schwer ausgefallen und wurde daher „wieder abgestellt und verschrottet“. Auch die T 6 und T 10 sowie die Wittfeldsche 2' B 2' n 3 v-Schnellzuglokomotive von 1904 (S. 42) sind nicht recht gelungen. Das vorliegende Werk beurteilt Garbes Entwürfe öfters ablehnend. Aber man wird ihn doch nicht für alle Mängel verantwortlich machen dürfen und das Urteil über das „unharmonische Aussehen“ seiner Lokomotiven scheint nicht ganz gerechtfertigt. Letzten Endes ist auch im Lokomotivbau das schön, was zweckmäßig ist, und Lokomotiven wie die P 8, G 8' und G 10, die in vielen tausend Stück gebaut worden sind, haben ihren Zweck bestens erfüllt.

Bei der Bayerischen Staatsbahn ist der Übergang von der 1 B- bis zur 2' C 1'-Schnellzuglokomotive ziemlich geradlinig durchgeführt worden. Eine besondere Leistung war der Bau der 2' B 2' h 4 v-Schnellzuglokomotive von 1906, die in jeder Beziehung über die entsprechende preußische Lokomotive hinausragt. Einen Markstein bildet auch die 1903 erfolgte Übernahme des Barrenrahmens bei den Maffei'schen Lokomotiven, die damit wie in ihrem gesamten Aufbau die Vorbilder der neuzeitlichen Reichsbahnlokomotiven geworden sind. Auch hat die Bayerische Staatsbahn im Bau von Tenderlokomotiven beachtliches geleistet; es sei hier vor allem an die auch nach der Verreichlichung noch gebaute und auch auf nichtbayerischen Strecken eingesetzte 1 B h 2-Tenderlokomotive erinnert.

Die Badische Staatsbahn war nicht immer glücklich in der Aufstellung ihrer Entwürfe; es hat ihr offenbar in der behandelten Zeitspanne an einer entwurfsicheren Lokomotivfabrik im eigenen Land gefehlt. Die gelungenen Bauarten der Schnellzuglokomotiven wie die II d, IV f und IV h stammten von Maffei. Die Gestaltung der Güterzuglokomotiven, die im Lande gebaut wurden, war nicht sehr erfolgreich, dagegen sind ihre 1' C 1'-Tenderlokomotiven besonders gut getroffen; sie haben daher auch weitab von ihrer Heimat gute Verwendung gefunden.

Die Württembergische Staatsbahn zeichnete sich schon in der ersten Hälfte des Zeitabschnitts durch ihre für die damalige Zeit recht beachtenswerten Normungsbestrebungen aus. Bemerkenswert sind die 1' B 1' n 3 v-Schnellzuglokomotive von 1892 sowie die 2' C 1' h 4 v-Lokomotive, Klasse C von 1909, die im Gegensatz zu den kurz vorher gebauten badischen und bayerischen 2' C 1'-Lokomotiven einen gut gelungenen Blechrahmen besitzt. Auch bei den Güterzuglokomotiven hat die Bahn zweimal außergewöhnliches geleistet: die E n 3 v-Lokomotive von 1892 und die sechsfach gekuppelte 1 F (K)-Lokomotive von 1917 konnten zu ihrer Zeit als Spitzenleistungen gelten. Von den Tenderlokomotiven sind die 1 C 1 (T 5)- und D (T 4)-Lokomotiven bemerkenswert; diese ist übrigens nie im Stuttgarter Vorortverkehr gelaufen, wie auf Seite 215 angegeben wird. Die sichere Linie im württembergischen Lokomotivbau ist wohl zum großen Teil dem Umstand zuzuschreiben, daß die Lokomotiven fast durchweg von einer Fabrik — der Maschinenfabrik Eßlingen — gebaut worden sind, die in der behandelten Zeit als eine der fähigsten Lokomotivfabriken gelten konnte. Zu teuren Versuchen und Sonderbauarten hat außerdem die unter schwierigen Verhältnissen arbeitende Bahn nie die Mittel besessen.

Bei der Sächsischen Staatsbahn findet man wieder manches tastende, aber durchaus anzuerkennende Vorgehen. Die 2' B 1' h 2-Schnellzuglokomotive, Gattung X H 1 von 1909 war wohl schon während ihrer Bauzeit überholt. Die 2' C-Schnellzuglokomotive ist, um Klarheit über die beste Art der Dampfausnutzung zu schaffen, trotz des verhältnismäßig kleinen Netzes in drei verschiedenen Spielarten gebaut worden. Ihre Spitzenleistung erzielte die Bahn mit ihrer 1' D 1' h 4 v-Schnellzuglokomotive, Gattung XX H V von 1917. Unser Werk spricht dieser Lokomotive zwar „die architektonisch Ausgeglichenheit im vorderen Teil“ ab, im Gegensatz zur preußischen P 10 von 1922; es wird aber manche Lokomotivfreunde geben, die einem solchen Urteil nicht beipflichten. Bei den Güterzuglokomotiven hat die Bahn wiederholt versucht, den schwierigen Streckenverhältnissen entsprechende Lokomotiven zu bauen (Klien-Lindner). Von den Tenderloko-

motiven scheint wiederum die 1' C 1'-Bauart bemerkenswert, wie überhaupt derartige Lokomotiven bei allen Bahnen, die sie richtig durchgebildet haben, sich sehr gut bewährt haben.

Die Entwürfe der Oldenburgischen Staatsbahn waren bemerkenswert für Verhältnisse, bei denen eine billige Lokomotive gefordert wurde. Mit dem Anwachsen des Verkehrs lag für das kleine Bahnnetz inmitten der Preußischen Staatsbahn eigentlich kein Grund mehr vor für eigene Entwürfe; die als Fahrzeug nicht recht gelungenen 1' C 1' h 2-Lokomotiven mit Ventilsteuerung mußten daher bald wieder verschwinden.

Eine weniger klare Entwicklung findet man schließlich bei den früheren Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen. Der Lokomotivbau lag dort zu sehr im Schatten der politischen Verhältnisse, um eine einheitliche Linie zu zeigen. Von Anfang an, als die Reichseisenbahnen von allen Seiten Lokomotiven ankaufen mußten, waren viel zu viel Bauarten vorhanden. Später spiegelt sich im Lokomotivbau der Zwiespalt zwischen der nach französischen Mustern bauenden Elsassischen Maschinenbau-gesellschaft und dem zunehmenden Einfluß des Reichseisenbahn-amts, das preußische Bauformen bevorzugte. Den Schluß bildet kurz vor dem Ende der deutschen Verwaltung der vollständige Übergang zu den preußischen Bauarten. Immerhin haben die Reichseisenbahnen recht bemerkenswerte 2' C-Schnellzug-, 1' E-Güterzug- und 2' C 2'-Tenderlokomotiven beschafft, die wieder richtunggebend geworden sind für andere deutsche Bahnen.

Die Österreichischen und Ungarischen Bahnen haben frühzeitig gut durchgebildete 2' B-Lokomotiven gebaut und sind mit der Durchbildung der führenden Drehgestelle im Gebiet des VMEV vorangegangen. Den Lokomotivbau dieser Bahnen hat die leichte Bauweise erschwert, die durch die niedrigen Achsdrücke bedingt war. Hieraus und aus der Verfeuerung geringwertiger Kohle ergab sich dann später auch die weitreichende Verwendung der von Gölsdorf geschaffenen 1' C 1'-Schleppenderlokomotiven — denen im Reich kein Erfolg beschieden war — und anschließend der sehr beachtenswerten 1' C 2'-Schnellzuglokomotiven. Jedoch sind in beiden Ländern auch leistungsfähige 2' C-Lokomotiven gebaut worden, vor allem von der Südbahn. Diese Bahn war auch im Bau von 2' D- und 1' E-Lokomotiven den Österreichischen Staatsbahnen voraus. Übrigens wären die österreichischen 1' D 1'-Lokomotiven, Reihe 470, und die 2' D-Lokomotiven, Reihe 570, nicht bei den Güterzug-, sondern bei den Personenzuglokomotiven einzureihen gewesen. Die bemerkenswerteste Lokomotive der Ungarischen Staatsbahn dürfte die 2' C-Lokomotive, Gattung 328 sein, die in großer Zahl beschafft worden ist. Sie besitzt einen Brotan-Kessel, um dessen Entwicklung sich beide Länder verdient gemacht haben. An Tenderlokomotiven ist in der ersten Hälfte des Berichtszeitraums — wie bei den meisten süddeutschen Bahnen — nichts besonderes vorhanden; aus der neueren Zeit sind aber die österreichische Reihe 629 (2' C 1) und die ungarischen Gattungen 342 (1' C 1') und 442 (1' D 1') hervorzuheben.

Der holländische Lokomotivbau hat sich lange Zeit hindurch ganz an englische Vorbilder angelehnt und fast alle Lokomotiven sind auch in England gebaut worden, seitdem im Laufe der 80er Jahre der deutsche Einfluß bei der Holländischen Eisenbahngesellschaft verschwunden war. Später nahm dieser aber wieder zu. Mit der Gründung einer eigenen Lokomotivindustrie jedoch sind in der zweiten Hälfte der Berichtszeit Lokomotivbauarten eigener Prägung — Reihe 3700 NS und 6200 NS — entstanden, die sozusagen eine Kreuzung zwischen englischen und deutschen Formen vorstellen und als gut gelungen bezeichnet werden können.

Wenn man das neue Geschichtswerk selbst betrachtet, so darf man es im ganzen als einen vollen Erfolg bezeichnen. Der Stoff ist übersichtlich geordnet und, soweit es sich in dem gegebenen Rahmen hat ermöglichen lassen, auch erschöpfend behandelt. Textlich steht das Werk auf der Höhe; leider aber können die Textabbildungen nicht durchweg befriedigen. Öfters passen sie nicht zum zugehörigen Text, wie z. B. die Abb. 4 (Funkenfänger fehlt), 125 (Naßdampflokomotive), 332 (Ausgleichhebel und Tragfedern), 359 (Triebwerk). Die Bauartzeichnungen sind vielfach unvollständig und zeichnerisch unrichtig ausgeführt; besondere Feinheiten wie Innen- oder Außenrahmen, auf die im Text hingewiesen wird, sind nicht immer zu erkennen. In einem derartigen geschichtlichen Werk wären ferner Lichtbilder in größerem Umfang erwünscht gewesen, wie sie auch im I. Band fast durchweg

angewendet worden sind. Zum mindesten hätte man sie dort verwenden sollen, wo die Lokomotive nochmals auf einer Tafel erscheint, wie bei der württembergischen K-Lokomotive. Vermutlich sind die Mängel in den Abbildungen auf einen Wechsel in der Bearbeitung zurückzuführen; man gewinnt bei der Durchsicht den Eindruck, daß ursprünglich Lichtbilder vorgesehen und diese dann später bedauerlicherweise durch Zeichnungen ersetzt worden sind.

Den Genuß, den die Beschäftigung mit dem Werk für jeden Freund der Dampflokomotive bedeutet, werden die im Verhältnis zur Gesamtleistung immerhin geringfügigen Mängel nicht stören können. Man möchte wünschen, daß zum mindesten jeder Eisenbahn-Maschinenbauer das Werk durcharbeitet, um aus den Erfolgen und Mißerfolgen vergangener Zeiten für die Zukunft zu lernen. Denn Geschichte soll nicht Selbstzweck sein, sondern ein Hilfsmittel für den Fortschritt. Dannecker.

Herr Prof. Lotter, Breslau, äußert sich ebenfalls anerkennend über das neue lokomotivgeschichtliche Werk. Wir fügen seine Ausführungen als Ergänzung zu der vorstehenden Besprechung an.

„Als besonders wertvoll ist die kritische Stellungnahme hervorzuheben, welche die einzelnen Bearbeiter eingenommen haben, und zwar in positiver wie negativer Richtung, einerseits gegenüber den Leistungen der Konstrukteure, deren Eigenarten durchwegs sehr treffend charakterisiert sind, andererseits zu den ausgeführten Lokomotivbauarten selbst. Der Stellungnahme der Verfasser der einzelnen Abschnitte zur Hochwertigkeit der Drehgestelle, insbesondere des Helmholz-Drehgestells, zur Bedeutung der Bissel-Achse und auch der vielfach zum Ausdruck kommenden Zurückhaltung gegenüber der Adamsachse bei höheren Geschwindig-

keiten kann man nur beipflichten. Auch die Urteile in kesseltechnischer Hinsicht sind durchwegs sehr treffend. Leider sind — von wenigen Ausnahmen abgesehen — Literaturangaben nicht gemacht, auch an Stellen, wo sie geradezu erforderlich gewesen wären. Aus den Akten sind manche, sehr interessante Einzelheiten mitgeteilt, so vor allem die Stellung, welche von Borries schon im Jahre 1899 zum Heißdampf eingenommen hat (Seite 21 und 24). Ganz besonders gut ist die kritische Betrachtung der Entwicklung der Lokomotiven der ehemaligen preußischen Staatsbahn gegliedert. Die Angabe der früher bei den einzelnen Bahnverwaltungen üblichen Gattungsbezeichnungen und die umfangreichen Zahlentafeln der Hauptabmessungen und Gewichte werden in vielen Fällen gute Dienste tun.“ Lotter.

Verkehrspolitik und Verkehrswesen als Kriegsmittel der Gegenwart.

Von Prof. Dr. Ing. Blum, Hannover. Sonderabdruck aus der „Militärwissenschaftlichen Rundschau“, Berlin 1937, Verlag E. S. Mittler u. Sohn. Ohne Preisangabe, 30 Seiten.

Die Schrift ist, kurz gesagt, das Hohelied auf die Leistungsfähigkeit der Eisenbahn als Kriegsmittel. Blum schöpft durchweg aus eigenen Erfahrungen, war er doch im Weltkrieg Eisenbahnbetriebschef an Frontabschnitten größter Entscheidungen. Zwar wird die Wichtigkeit der übrigen Verkehrsmittel, der Binnenwasserstraßen, der Landstraße für die „verkräfteten“ Verbände, des Flugwesens gerecht gewürdigt. Aber Blum kann doch nachdrücklich darauf hinweisen, daß auch die Straße wie das Flugwesen stets auf den Nachschub auf der Schiene angewiesen sein werden. Rein eisenbahnbetrieblich führt Blum namentlich die hohe Bedeutung leistungsfähigster Bahnhöfe vor Augen. Eine anregende Schrift, in der sich fachmännische Klarheit und soldatische Frische die Hand reichen! Dr. Bloss.

Zuschriften.

Zum Aufsatz „**Neue vierteilige dieselektrische Schnelltriebwagen der Deutschen Reichsbahn**“ in Heft 23 des abgelaufenen Jahres erhalten wir vom Verfasser nachstehende Zuschrift:

Aus verschiedenen Zuschriften geht hervor, daß die in dem Aufsatz gewählte Begründung für die von der bisherigen Ausführungsform abweichende Wahl der Maschinenanlagen der vierteiligen Schnelltriebwagen dahingehend mißverstanden worden ist, daß die Reichsbahn die bisherige Anordnung der Maschinenanlagen als überholt betrachte. Daß dies nicht der Fall ist, soll hiermit ausdrücklich festgestellt werden. Bekanntlich wurde bei den vorhandenen zweiteiligen und dreiteiligen Schnelltriebwagen die gesamte erforderliche Antriebsleistung nicht in einer Maschinenanlage zusammengefaßt, sondern auf zwei Anlagen gleicher Leistung verteilt, jeweils in den beiden Enddrehgestellen untergebracht. Die zweiteiligen Schnelltriebwagen erhielten zwei Maschinenanlagen zu je 400 PS, die dreiteiligen Schnelltriebwagen zwei Anlagen zu je 600 PS Leistung. Als es mit Rücksicht auf die Verkehrsbedienbarkeit zweckmäßig erschien, einige Schnelltriebwagen mit noch größerer Sitzplatzzahl zu beschaffen, entstand der vierteilige Schnelltriebwagen. Für derartige vierteilige Schnelltriebwagen ist bei den von der Reichsbahn gestellten Anforderungen die erforderliche Antriebsleistung so hoch, daß mit zwei der zur Zeit größten durchentwickelten Triebwagenmotoren (600 PS) der Leistungsbedarf nicht gedeckt werden kann. Daher wurde die gesamte Leistung in einem bereits für andere Zwecke entwickelten Großdieselmotor untergebracht, um nicht drei Motoren der üblichen Bauart verwenden zu müssen.

Für die dreiteiligen Schnelltriebwagen, die für den Schnellverkehr in Deutschland in den meisten Fällen ausreichen, besteht keine Veranlassung, die bisherige Anordnung der Maschinen-

anlagen — Aufteilung in zwei Motoren und deren Unterbringung in den beiden Enddrehgestellen — zu verlassen. Dies geht auch aus der Tatsache hervor, daß sich zur Zeit nicht weniger als 14 dreiteilige dieselektrische Schnelltriebwagen der Bauart „Köln“ im Bau befinden, die zum großen Teil erst nach Bestellung der vierteiligen Schnelltriebwagen in Auftrag gegeben wurden. Diese dreiteiligen Schnelltriebwagen der Bauart Köln stimmen hinsichtlich der Maschinenanordnung und des Motortyps mit den bereits im Betrieb befindlichen dreiteiligen Schnelltriebwagen der Bauart „Leipzig“ vollständig überein. Sie werden noch im Laufe des Jahres 1938 fertiggestellt werden. M. Breuer.

Zu dem Artikel „**Dieseltriebwagenzüge in Europa**“ im Heft 23 des vorigen Jahrgangs erhalten wir von einigen Firmen Berichtigungen und Ergänzungen, die wir hiermit gerne nachtragen.

Die Firma Maybach weist darauf hin, daß auch die seit Juli 1934 bei der französischen Nordbahn im Betrieb befindlichen Schnelltriebwagen mit je zwei 410 PS-Maybachmotoren ausgerüstet sind.

In dem Abschnitt über belgische Dieseltriebwagen ist eine irrige Angabe bezüglich der Ausrüstung mit Motoren enthalten. Der Satz muß lauten: „drei davon haben Maybachmotoren, zwei Carels-Ganzmotoren, einer einen Mercedes-Benzmotor und die beiden letzten Wagen Motoren von Frichs“. — Die vier vierteiligen Triebwagenzüge, die letztere Firma für die Dänische Staatsbahn geliefert hat und deren Bau in dem Artikel gemeldet wurde, sind inzwischen selbstverständlich in Betrieb genommen worden. Wir verweisen hierwegen auf unseren Bericht im Fachheft „Dänemark“ vom 1. September 1937.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.