

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

Schriftleitung: Dr. Ing. H. Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

87. Jahrgang

15. Juli 1932

Heft 14

Die Ausbesserung von Verbrennungstriebwagen im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge.

Von Reichsbahnrat Hans Schönherr, Wittenberge.

Als neuartiges Fahrzeug beginnt der Verbrennungstriebwagen bei der Deutschen Reichsbahn Bedeutung zu gewinnen. Die grundlegenden Unterschiede gegenüber der Dampfmaschine verlangen auch neue Arbeitsverfahren für das Ausbesserungswerk. Deshalb ist es notwendig, die Unterhaltung der Verbrennungstriebwagen in wenigen hierfür geeigneten Ausbesserungswerken zusammenzufassen. In besonderem Maße ist das beim Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge geschehen. Ihm sind rund die Hälfte aller Verbrennungstriebwagen der Reichsbahn zur Unterhaltung zugewiesen. Durch die verschiedenen Typen, die in Wittenberge unterhalten werden, hat sich die Reichsbahn eine Stelle geschaffen, die vom Standpunkt der Unterhaltung und Ausbesserung einen umfassenden Überblick über alle Verbrennungstriebwagentypen besitzt. Zugleich besteht der Vorteil einer wirtschaftlichen Ausnutzung von weiter unten zu beschreibenden Sondereinrichtungen. Durch die Zuteilung einer großen Anzahl von Kleinlokomotiven mit Verbrennungsmotoren ist dieses beim Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge noch in weiterem Maße gewährleistet.

Die Ausbesserungsarbeiten an den Verbrennungstriebwagen zerfallen grundsätzlich in zwei Hauptgruppen: die wagenbaulichen Arbeiten und die Arbeiten an der Maschinenanlage. Zu den wagenbaulichen Arbeiten gehören alle für die Untersuchung und Überholung der Personenzüge allgemein üblichen Arbeiten, wie Bremsuntersuchung, bahnamtliche Untersuchung, Vollaufarbeitung usw. Darüber hinaus kommen zu den wagenbaulichen Arbeiten einige Sonderarbeiten, deren Umfang von der Bauart des Verbrennungstriebwagens abhängt. Bei den Wagen mit Maybach-Motoren handelt es sich z. B. um eine besonders gründliche Untersuchung und Vermessung des eigens für den Zweck entwickelten Maschinendrehgestells. Eine besondere Aufgabe der Verbrennungstriebwagen ist es, für den Schienenverkehr werbend zu wirken. Damit folgt, was allerdings bis zu einem gewissen Grade für alle Personenzüge gilt, daß auf das äußere Ansehen und die innere Ausstattung der Verbrennungstriebwagen besonderer Wert gelegt werden muß. Die wagenbaulichen Arbeiten werden zweckmäßig von der Betriebsabteilung für Wagenausbesserung des Ausbesserungswerks ausgeführt. So ist es auch in Wittenberge geregelt.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Arbeiten an den Maschinenanlagen. Diese können nicht nebenbei ausgeführt werden, sondern stellen ganz besondere Anforderungen an Arbeiter und Aufsicht. Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit sind die unbedingt notwendigen Vorbedingungen. Wer den Verbrennungsmotor kennt, weiß, daß in ganz anderem Maße als bei der Dampfmaschine kleinste Ungenauigkeiten die größten Störungen veranlassen können. Hoher Druck, hohe Temperatur und hohe Drehzahlen, dazu die Eigenart und zum Teil hohe Feuergefährlichkeit des Brennstoffs bestimmen grundlegend den Unterschied des Verbrennungsmotors gegenüber der Dampfmaschine und ihrer Behandlung. Darin liegt die Notwendigkeit begründet, für die Unterhaltung der Motoren Facharbeiter zu haben. In gleicher Weise gilt das von den Getrieben und sonstigen Einrichtungen der Verbrennungstriebwagen, wobei allerdings der Grund in dem konstruktiven

Aufbau, den Schalteinrichtungen u. a. liegt. Stehen solche Facharbeiter nicht zur Verfügung, so muß man sie sich nach wohlüberlegter Auswahl aus den vorhandenen Kräften planmäßig für die neuen und besonderen Anforderungen heranzubilden. Geeignet sind in erster Linie junge Schlosser mit guter Auffassungsgabe und Arbeitsgeschicklichkeit. Auch das Ausbesserungswerk Wittenberge hat so vorgehen müssen. Irgendwelche Erfahrungen mit den Maschinenanlagen lagen bei Übernahme der Ausbesserung im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge nicht vor, daher sind zunächst einige Leute nebst Meister und Werkingenieur bei verschiedenen Motorenfirmen unterwiesen worden. Nach und nach sind weitere Leute im eigenen Werk ausgebildet. Dies wird fortgesetzt.

In der ersten Zeit liefen dem Werk nur wenig Wagen zu. Ein Unterschied in der Beschäftigung der wenigen Triebwagenschlosser ließ sich daher nicht machen. Bei vermehrtem Arbeitsanfall hat sich jedoch bald die Notwendigkeit dazu herausgestellt. Als zweckmäßig hat sich eine Teilung in Motorenschlosser, Getriebeschlosser, Schlosser für den Ein- und Ausbau und in Schlosser für die sonstigen Arbeiten ergeben.

Wegen des bisher ganz unregelmäßigen Eingangs der Wagen und wegen der zum Teil erheblichen Umbauarbeiten ist eine einigermaßen sichere Zahlenangabe über den Bedarf an Köpfen nicht möglich. Das wird sich erst feststellen lassen, wenn die Zahl einzelner Gattungen genügend groß ist und die Fahrzeuge so weit entwickelt sind, daß, abgesehen von kleineren Ausnahmen, an ihnen nur die normalen und regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten vorzunehmen sind. Im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge ist die Zahl der Triebwagenschlosser (ohne wagenbauliche Arbeiten) seit April 1930 von 11 auf 50 vermehrt worden.

In dieser Zeit hat es sich immer mehr als vorteilhaft gezeigt, geeignete Schlosser für bestimmte Sonderarbeiten herauszuziehen, also sie über das Gebiet des Motorschlossers hinaus zu sondern. Schon die verschiedenen Motorenarten (Diesel- und Vergasermotoren) und insbesondere die des Maybach-Dieselmotors haben es notwendig gemacht, die Schlosser für bestimmte Gattungen heranzubilden. Darüber hinaus mußte wegen der dringend notwendigen Entlastung des Meisters ein Schlosser als Arbeitsprüfer für die Untersuchung der Motoren auf dem Prüfstand herausgezogen werden. Ein weiterer Schlosser wurde für die Kontrolle und Unterhaltung der empfindlichen Rollenlager der Maybachmotoren ausgebildet. Weitere Anforderungen an Spezialisten stellen die Prüfung der Maybach-Kompressoren, die Prüfung der Brennstoffpumpen, die Prüfung der Knorr-Kompressoren, die Prüfung der Geschwindigkeitsmesser u. a. Einen ganz erheblichen Umfang — zumal bei Umbauten — nehmen auch bei den Verbrennungstriebwagen ohne elektrische Übertragung die Arbeiten an den elektrischen Anlagen an. Bei einer Anzahl von Wagen sind die Schaltungen der ganzen Maschinenanlagen mit allen Einzelheiten elektrisch. Dazu kommen die Beleuchtungseinrichtung, die Akkumulatoren, die Lichtmaschinen, Startmotoren, Zündmagnete, elektrische Ventilatoren, elektrische Scheibenwischer, elektrische Tyfone u. a. Es ist daher auch nötig gewesen, einige Fachelektriker heranzubilden.

Die Aufgabe des Unterhaltungswerkes ist in der Dienstvorschrift für Triebwagen mit Verbrennungsmotor (DV TV) 962 auf Seite 44 mit den Worten gegeben: „Hat der Wagen 80000 km zurückgelegt, so sind Motor, Getriebe und Nebenapparate gründlich zu untersuchen. Der Motor ist in allen Teilen zu überholen.“ Für die einzelnen Wagengattungen bestehen z. T. sehr ausführliche Anweisungen des Reichsbahn-Zentralamts für Maschinenbau und der Lieferfirmen über die Unterhaltung. Um selbst bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der anfallenden Arbeit oder gerade deswegen das ganze Ausbesserungsverfahren in eine gewisse straffe Form zu bringen, sind im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge „Richtlinien für die Ausbesserung der Verbrennungstriebwagen“ aufgestellt. Diese regeln den ganzen Ausbesserungsverlauf vom Eingang bis zum Ausgang eines Wagens. Sie behandeln die einzelnen Formblätter, die zur einfacheren und pünktlichen Abwicklung der Arbeitsgänge eingeführt sind und weisen dem Werkingenieur und Meister ihre Aufgaben an. Eine Wiedergabe der Richtlinien würde hier zu weit führen.

8. Herstellen der Anschlüsse und Durchprüfen aller Schaltungen nach Einbau der Instrumente usw.

9. Probefahrt.

Sind Ersatzmotor und Ersatzgetriebe nicht verfügbar, so muß der Wagen auf deren Überholung warten.

Um einen Anhalt zu haben, nach dem sich bei normalen Verhältnissen — also insbesondere ohne Umbauarbeiten — die Überholung abwickeln kann, sind Arbeitsablaufpläne aufgestellt. Abb. 1 zeigt als Beispiel einen solchen Plan eines Eva-Maybachwagens. Nach diesen Regelplänen werden für jeden einzelnen Wagen sofort nach Eingang Fristenzettel (Abb. 2) ausgestellt. Sie enthalten den Kalendertag für die Fertigstellung der verschiedenen Teilarbeiten. Jede Fristüberschreitung wird besonders verfolgt.

Wie für das ganze Fahrzeug, so sind auch für die größeren Arbeiten im einzelnen Arbeitsablaufpläne aufgestellt: Abb. 3 gibt ein Beispiel für die Überholung des Deutschen Werke-Motors, Abb. 4 für das Wechselgetriebe der Gothaer Waggon-

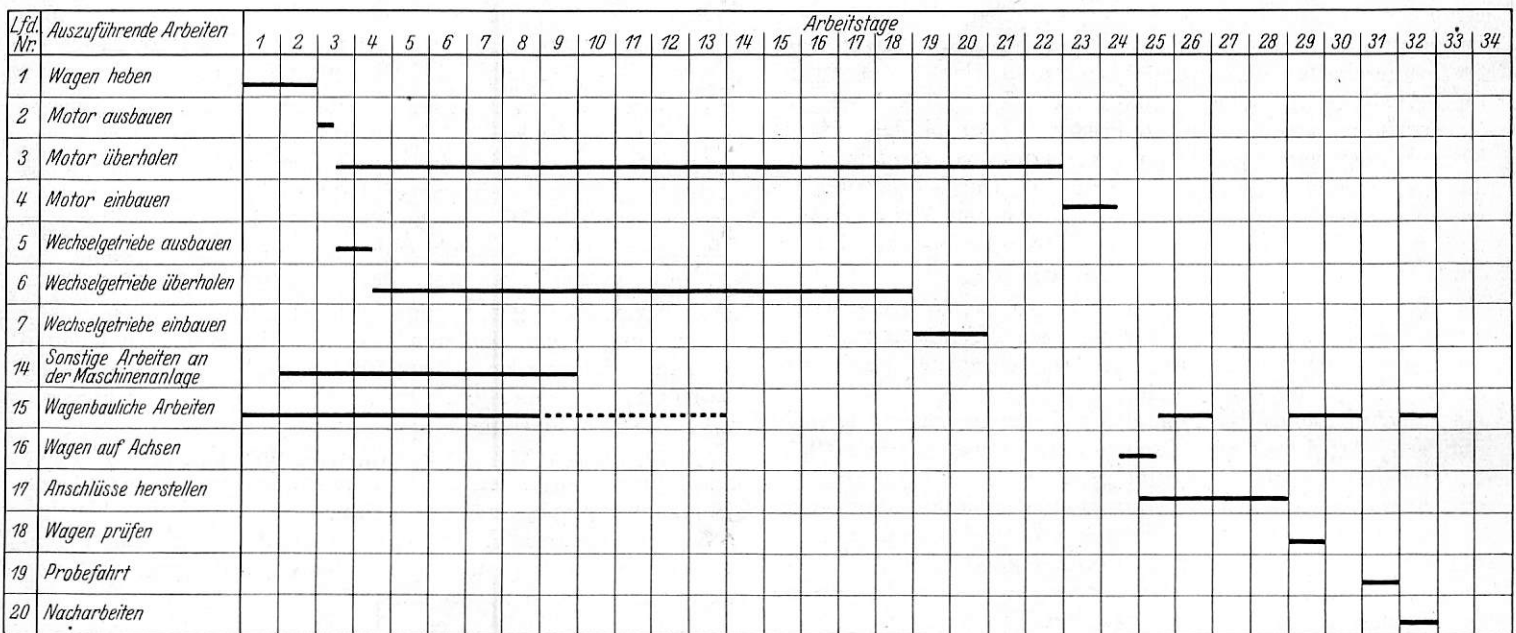


Abb. 1. Arbeitsablaufplan für die Hauptausbesserung eines Maybach-Wagens.

Ihr Inhalt geht z. T. aus den nachstehenden Ausführungen hervor.

Von besonderem Wert ist die klare Gliederung der Gesamtarbeit in einzelne Arbeitsgänge.

Liegt eine normale Hauptausbesserung vor, so wickelt sich die Arbeit in der Regel in folgenden Arbeitsgängen ab, wobei Abweichungen durch die Bauarten bedingt sind:

1. Vorbereitung zum Heben (Lösen der Anschlüsse usw.).
2. Abheben des Wagens von den Achsen. Herausnehmen der Maschinenanlage. Wagen und Radsätze oder Drehgestelle gehen zum Wagenbau, nachdem alle Meßinstrumente usw. aus dem Wagen ausgebaut sind.
3. Ausbau des Motors und Zuführung zur Motorenwerkstatt.
4. Ausbau des Getriebes und Zuführung zur Getriebewerkstatt.

Sind Ersatzmotor und Ersatzgetriebe vorhanden, so kann im Austauschverfahren gearbeitet werden:

5. Einbau des Getriebes.
6. Einbau des Motors.
7. Maschinenanlage unter dem Wagen einbauen und Wagen auf Achsen setzen.

fabrik. Auch darüber erhält der Meister in jedem Fall Fristenzettel.

Es würde den Rahmen dieser Abhandlung übersteigen, wenn die zahlreichen und mannigfaltigen Arbeiten im einzelnen erläutert würden. Es soll daher nur allgemein angegeben werden, was die einzelnen Arbeitsabschnitte umfassen. Der ausgebaute Motor wird zunächst vollständig bis auf die letzten Teile zerlegt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, diese Arbeit von dem Schlosser ausführen zu lassen, der den Motor später wieder zusammenzubauen hat, wenigstens so lange die Zahl gleichartiger Motoren noch so gering ist wie jetzt. Dieser Schlosser wird nämlich in der Regel Spezialist für die betreffende Motorgattung sein und daher ein besonders scharfes Auge für alle auffallenden Veränderungen, Verschleißerscheinungen usw. der Motorteile besitzen. Andererseits wird sein Gedächtnis für manche Besonderheiten wieder aufgefrischt werden, da es bei Motoren, die nur zu wenigen Stück unterhalten werden, Monate dauern kann, ehe wieder ein gleicher in das Unterhaltungswerk kommt. Darin liegt auch ein wesentlicher Grund für das Bestreben, möglichst viele Wagen an einer Stelle zur Unterhaltung zusammenzuziehen. Beim Zerlegen des Motors wird der Fachschlosser zweckmäßig von jüngeren Kräften unterstützt, die angelernt werden sollen.

R.A.W. Wittenberge	Fristenplan für VT-Wagen	Auftr. Nr. Wagen Nr.
Eingang:	In Arbeit genommen:	Voraussichtlich fertig:
Wagen: Schadgruppe	Sollzeit:	
Motor: Zwischen-Haupt-Ausbesserung	Istzeit:	
Getriebe: Zwischen-Haupt-Ausbesserung	Sollzeit: Istzeit =	
Besondere Schäden:		

Lfd. Nr.	Auszuführende Arbeiten	Fertig am		Verzögerungsgründe (s. auch Rückseite)
		Soll	Ist	
1	Wagen heben			
2	Motor ausbauen			
3	Motor überholen			
4	Motor einbauen			
5	Kompressor überholen			
6	Wechselgetriebe ausbauen			
7	Wechselgetriebe überholen			
8	Wechselgetriebe einbauen			
9	Wendegetriebe ausbauen			
10	Wendegetriebe überholen			
11	Wendegetriebe einbauen			
12	Sonstige Arbeiten an der Maschinenanlage			
13	Wagenbauliche Arbeiten			
14	Wagen auf Achsen			
15	Anschlüsse herstellen			
16	Prüfen			
17	1. Probefahrt			
18	Nacharbeiten			
19	2. Probefahrt			
20	Ausgang			

Abb. 2. Fristenzettel.

und Öl befreit werden. Als recht geeignet hat sich Benzin oder Benzol als Reinigungsmittel erwiesen. Leider steht der guten Bewährung die hohe Feuergefährlichkeit gegenüber. Es empfiehlt sich daher, den Zerlege- und Reinigungsstand in einem besonderen Raum unterzubringen, der so zu legen und einzurichten ist, daß er die Gefahren möglichst beseitigt. Das Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge besitzt einen Reinigungsbehälter „Automatikus“ der Firma Hahn & Kolb, Stuttgart. Er mußte bisher in der Motorenwerkstatt selbst aufgestellt werden, kann aber jetzt durch Freiwerden eines günstig gelegenen Raumes in diesem abgesondert untergebracht werden. Die Reinigung können ungelernete Arbeiter vornehmen. Ebenso können diese beim Zerlegen helfen.

Die gereinigten Teile werden nunmehr auf Ablegetischen übersichtlich aufgebaut. Zum Verständnis sei hier eine kurze Beschreibung der Motorenwerkstatt (Abb. 5) eingeschaltet. Wie Abb. 5 erkennen läßt, besteht sie aus einem lang gestreckten Raum von 7 x 45 m. An einer Seitenwand entlang ist ein Weg für den Förderverkehr freigelassen. Er wird begrenzt durch eine Reihe von Werktsichen. Die Werktsiche haben im Gegensatz zu den sonst gebräuchlichen Schubfächer, in denen sich die Werkzeuge übersichtlicher unterbringen lassen als in den üblichen großen Kästen. Außerdem sind die Schubfächer auswechselbar, so daß die Schlosser leicht ihre Plätze wechseln können. Das kann aus sogleich zu erörternden Gründen vorteilhaft sein. Den Werktsichen gegenüber der anderen Seitenwand entlang stehen Ablegetische. Diese sind gegenseitig durch verschiebbare Zwischenwände abgrenzbar, was dem Umfang der Einzelteile der verschiedenen Motor-gattungen Rechnung trägt. Sind nun die Teile eines Motors fertig gereinigt, so müssen sie auf einem gerade freien Platz abgelegt werden. Da bestimmte Schlosser für bestimmte Arbeiten in Frage kommen, läßt es sich nicht vermeiden, daß der Ablegetisch von dem Arbeitstisch des Betreffenden entfernt ist. In dem Fall ist die oben erwähnte leichte Umzugs-möglichkeit von Vorteil. Sämtliche Werktsiche sind mit Anschluß an Elektrizität und Preßluft ausgerüstet. Für übersichtliche Bezeichnung der auf den Ablegetischen liegenden Teile werden Schilder aufgesteckt, welche die Gattung und Nummer des Motors enthalten, ferner den Wagen, aus dem der Motor stammt, und den Wagen, für den der Motor bestimmt ist.

Als dritter Arbeitsgang nach dem Zerlegen und Reinigen kommt die Arbeitsaufnahme. Mit Rücksicht auf ihre Wichtigkeit und die genauen Fachkenntnisse, die sie verlangt, nimmt die Arbeitsaufnahme der Meister selbst vor unter Mitwirkung eines erfahrenen Fachschlossers. Auch der Werkingenieur soll

Lfd. Nr.	Auszuführende Arbeiten	Arbeitstage																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Zerlegen		2																
2	Reinigen		1																
3	Arbeitsaufnahme			1															
4	Instandsetzungen				1														
5	Zusammensetzen					2													
6	Prüfen																3 ^x		

Die Zahlen über den Arbeitszeiten bedeuten Köpfe *Doppelschicht

Abb. 3. Arbeitsablaufplan für die Hauptausbesserung eines „Deutsche Werke“-Motors.

Lfd. Nr.	Auszuführende Arbeiten	Arbeitstage											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Zerlegen		2										
2	Reinigen			1									
3	Arbeitsaufnahme				1								
4	Instandsetzungen					1							
5	Zusammensetzen						2						
6	Prüfen											0,5	

Die Zahlen über den Arbeitszeiten bedeuten Köpfe

Abb. 4. Arbeitsablaufplan für die Hauptausbesserung eines Gothaer Wechselgetriebes.

Hand in Hand mit dem Zerlegen geht das Reinigen. Jeder einzelne Teil muß auch im Innern sehr sorgfältig von Schmutz

sich ab und zu daran beteiligen. Bei der Arbeitsaufnahme muß jeder Teil genau besichtigt und auf Maßhaltigkeit und Anrisse

geprüft werden. Auf einem Formblatt werden die Ergebnisse der Arbeitsaufnahme in drei Abschnitten aufgezeichnet. Der erste Abschnitt umfaßt die Teile, die durch neue ersetzt werden müssen, der zweite Abschnitt die, welche aufzuarbeiten sind, der dritte Abschnitt schließlich die, welche an eine Firma einzusenden sind. Wie es in der Eigenart des Verbrennungsmotors liegt, ist im Gegensatz zur Dampfmaschine in sehr vielen Fällen eine Aufarbeitung nicht möglich, sondern muß Ersatz eintreten.

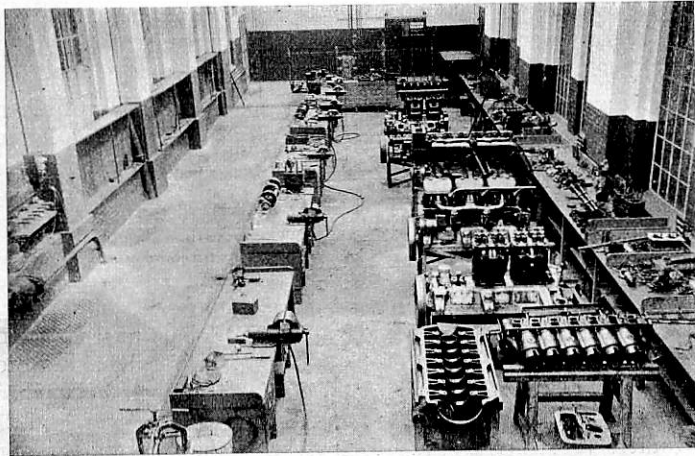


Abb. 5. Motorenwerkstatt.

Daher hat die Ersatzstückbewirtschaftung für die Triebwagenunterhaltung ganz besondere Bedeutung. Die Ausbesserungszeit hängt in sehr starkem Maße von dem Bestand des Ersatzstücklagers ab (Abb. 6). Es muß daher vom Standpunkt der Ausbesserungsdauer das Bestreben sein, ein wohl ausgestattetes Lager als sichere Grundlage zu haben. Eine besondere Aufgabe ist dabei, die aus finanziellen Gründen

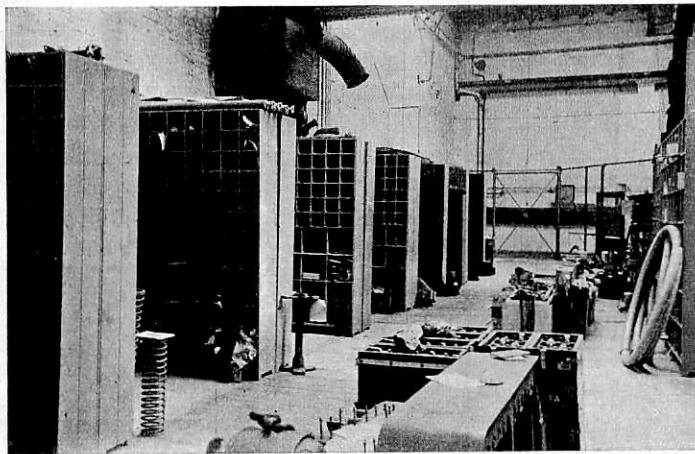


Abb. 6. Triebwagen-Ersatzstücklager.

gebotene Zurückhaltung in der Höhe der Lagerbestände damit in Einklang zu bringen. Wegen der Eigenart der Triebwagenunterhaltung mit den verhältnismäßig vielen Wagenarten bei geringen Stückzahlen der einzelnen Art läßt sich die Ersatzstückbewirtschaftung nicht in den sonst gewohnten Rahmen einzwängen. Jahrelange Erfahrung hat gelehrt, daß es fast immer zu spät ist, wenn ein Stück erst nach der Zerlegung eines Motors oder Getriebes, d. h. nach der Arbeitsaufnahme, bestellt wird. Da die Firmen gewisse Typen gar nicht mehr bauen oder Ersatzstücke nur in kleinen Mengen auflegen, muß man insbesondere bei den heutigen Verhältnissen mit Feierschichten und Kurzarbeit meist mit monatelangen Liefer-

fristen rechnen. Die Voraussetzung für die pünktliche Abwicklung der Fristenpläne ist also ein Bestand an Ersatzstücken, der die Anforderungen der Arbeitsaufnahmen befriedigt. Damit läßt es sich allerdings nicht vermeiden, daß unter Umständen Teile monatelang, selbst über ein Jahr hinaus auf Lager liegen.

Eine Abschrift des Vordrucks für Arbeitsaufnahme geht sofort nach Beendigung der Arbeitsaufnahme mit dem Verlangzettel ins Ersatzstücklager. Dieses hat in einer Spalte zu vermerken, ob die gewünschten Teile am Lager sind oder nicht.

In der Schwierigkeit der Ersatzstückbewirtschaftung liegt ein wesentlicher Grund für die teilweise erheblichen Ausbesserungszeiten. Auch das wird sich mit der stärkeren Einführung der Triebwagen ändern, sobald die Stückzahl innerhalb der einzelnen Gattungen wesentlich höher als heute ist.

Leider läßt sich die Arbeitsaufnahme nicht durch weitgehende Vordrucke erleichtern, weil die Anzahl der Teile eines Motors so erheblich ist (Maybach-Motor z. B. rund 2600), daß das Arbeitsaufnahmeblatt den Umfang eines Buches annehmen würde.

Nach der Arbeitsaufnahme kann das Zusammensetzen des Motors beginnen. Etwaige Instandsetzungsarbeiten wie Schleifen von Zylindern, Ventilen, Kurbelwellen usw. und die Vornahme von Wasserdruckproben (Abdrücken des Kühlmantels u. a.) können gleichzeitig ausgeführt werden. Beim Zusammenbau muß der Meister eine besonders gute Aufsicht üben. Am Zusammenbau eines Motors können im allgemeinen höchstens drei Mann arbeiten, was schon durch die Größe des Motors bedingt ist.

Ist der Motor fertig, so kommt er auf den Prüfstand zum Probelauf. Für die Prüfung sind im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge Richtlinien aufgestellt, welche die Einzelheiten regeln. Danach läuft der Motor zunächst drei Stunden mit 150 Umdrehungen/Minute leer, von fremder Kraft, einem Elektromotor, angetrieben. Danach wird er in Betrieb gesetzt und arbeitet sechs Stunden im Leerlauf bei steigender Drehzahl. Als dritter Abschnitt kommt die Prüfung unter Belastung. Diese gliedert sich folgendermaßen:

2 Stunden $\frac{1}{4}$ -Last, 2 Std. $\frac{1}{2}$ -, $\frac{1}{2}$ Std. $\frac{3}{4}$ -, $\frac{1}{2}$ Std. $\frac{1}{1}$ -,
2 Std. $\frac{1}{2}$ -Last.

Ist der Motor in Ordnung, was auch durch Öffnen und Besichtigen der Kolbenlaufbahnen in den Zylindern überprüft wird, so kommt als letztes die Brennstoffmessung. Diese wird bei $\frac{1}{4}$ -, $\frac{1}{2}$ -, $\frac{3}{4}$ - und $\frac{1}{1}$ -Last angestellt. Über die gesamte Prüfung werden auf einem Prüfblatt Aufschreibungen geführt. Sie dienen der Leitung als Beweis für die geleistete Arbeit und geben eine Unterlage bei etwaigen späteren Klagen über mangelhafte Leistung des Motors.

In den gleichen Gängen wie beim Motor wickelt sich die Arbeit bei der Überholung der Getriebe ab (Abb. 7 u. 8). Jedoch werden vorläufig im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge die Getriebe noch nicht unter Last auf einem Prüfstand geprüft. Bei der verschiedenen Bauart der einzelnen Gattungen ist es kaum möglich, einen für alle Getriebe passenden Prüfstand zu entwickeln. Es soll versucht werden, wenigstens für die wichtigsten Getriebe Prüfeinrichtungen zu schaffen.

Leider laufen in der Praxis die Arbeitspläne nicht so glatt ab, wie es erwünscht wäre. Mangel an Ersatzstücken, Schwierigkeiten beim Probelauf des Motors, Fehler in den zahlreichen Schaltungen der Getriebe, bei den Temperaturmessern, Ölkontrollen usw., Hemmnisse beim Einbau der Teile der Maschinenanlagen in die Wagen sind die wesentlichen Gründe für Verzögerungen bei den an und für sich planmäßigen Arbeiten. Dazu treten nun die zahlreichen und fast an jedem Wagen notwendigen Verbesserungen, Änderungen und Umbauten. Daher kommt es, daß die bisherigen Zahlen für die

Ausbesserungszeiten keine sichere Unterlage für die Wirtschaftlichkeit des Verbrennungstriebwagens vom Standpunkt der Unterhaltung aus geben. Fast alle angeführten Schwierigkeiten werden, wie auch eingangs gesagt, auf ein erträgliches Maß herabsinken, wenn die technische Entwicklung der Verbrennungstriebwagen weiter fortgeschritten ist und eine größere Anzahl gut durchgebildeter und eingefahrener Wagen vorhanden ist.

Zum Schluß seien noch einige Worte über die wichtigsten Sonder- und Prüfeinrichtungen für die Verbrennungstriebwagen im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge gesagt.

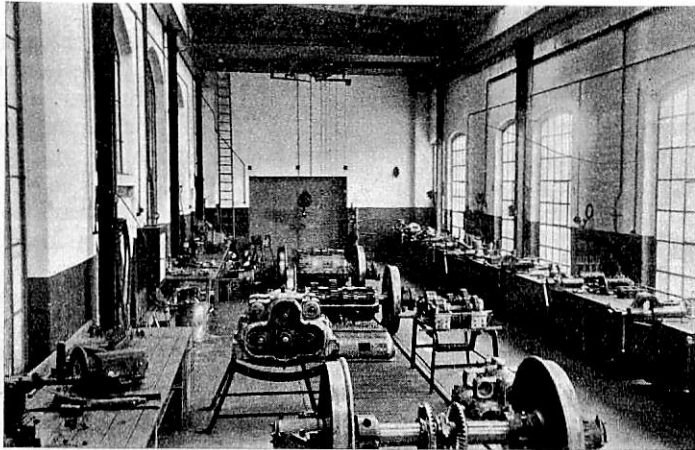


Abb. 7. Getriebewerkstatt, alter Teil.

1. Prüfstände für Motoren.

Der Motorenprüfstand (Abb. 9 u. 10) — ein zweiter ist kürzlich in Betrieb genommen, die Errichtung eines dritten ist geplant — besteht aus einer Wasserwirbelbremse der

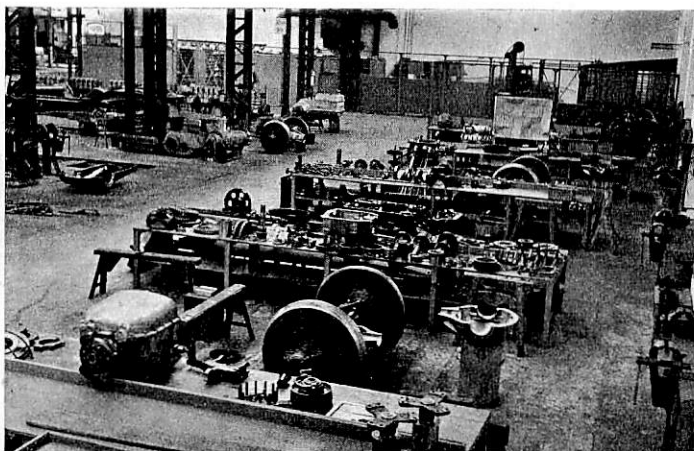


Abb. 8. Getriebewerkstatt, neuer Teil.

Firma Junkers Motorenbau G. m. b. H. Dessau. Die Bremse ist in ihrer Bedienung sehr einfach und hat sich gut bewährt. Auf der einen Seite der Bremse ist der Anschluß für den zu prüfenden Motor vorgesehen. Die Aufspannvorrichtung ist mit Rücksicht auf die verschiedenen Breiten und Höhen der Motoren ausgebildet. Motor und Bremse stehen auf einem großen Fundamentblock. Dieser ist nach unten durch eine Isolierplatte, nach den Seiten durch Luftspalte allseitig von der Umgebung isoliert, um die Weiterleitung von Schwingungen hintanzuhalten. Die Bremse kann auf der anderen Seite durch eine Kupplung mit einem Elektromotor gekuppelt werden, um den Antrieb des Prüfmotors durch fremde Kraft zu ermöglichen. Die Bremswirkung wird durch Wasserwirbelung im

Innern der Bremse erzeugt. Das Wasser dient gleichzeitig zur Kühlung. Die Bremskraft wird an einer Skala abgelesen, auf der der Zeiger eines Pendels spielt, die Drehzahl an einem Umdrehungsmesser. Eine Tafel ergibt aus beiden Zahlen — unter Berücksichtigung einer Bremskonstanten — die Leistung in PS. Der neue Prüfstand ist außerdem mit einem Schreibapparat ausgerüstet, der die Bremskraft selbsttätig aufschreibt. An weiteren Einrichtungen besitzt jedes Prüffeld einen Wasserbehälter für die Speisung der Bremse, einen zweiten Wasserbehälter mit Überlauf und Frischwasseranschluß zur Versorgung des Prüfmotors mit Kühlwasser und

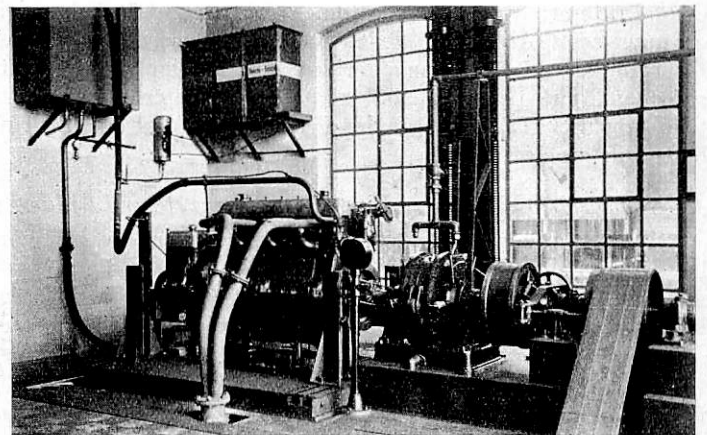


Abb. 9. Motorenprüfstand.

schließlich mehrere Brennstoffbehälter für die verschiedenen Brennstoffsorten. Die Brennstoffbehälter können zur Brennstoffmessung mit einem sogenannten Stichprober, einem geeichten Meßgefäß, verbunden werden. Zum Auf- und Abbauen der Motoren sind Krane vorhanden.

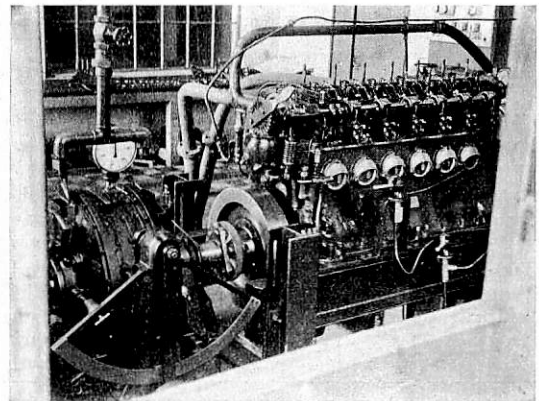


Abb. 10. Motorenprüfstand.

2. Prüfstand für Maybach-Kompressoren.

Der Maybach-Motor G 4a ist ein Dieselmotor mit Kompressor. Dieser ist ein wesentlicher Teil des Motors und bedarf sorgfältiger Behandlung. Zur Prüfung der Kompressorleistung hat das Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge einen von dem Maybach-Motorenbau entwickelten Prüfstand, der im wesentlichen aus einem Bock zur Aufnahme des Kompressors und zur Lagerung einer Zwischenwelle, aus einer Hochdruckflasche und einem Gasometer besteht. Die Zwischenwelle wird von einem Elektromotor angetrieben. Den Kompressor läßt man unter Beobachtung der Drücke im Niederdruck- und Mitteldruckteil hochgespannte Luft in die Luftflasche fördern. Diese tritt über ein Überschleusventil in den geeichten Gaso-

meter über. Die Zeit bis zur Füllung des Gasometers ist ein Maßstab für die Leistung des Kompressors.

3. Prüfstand für Knorr-Kompressoren.

Alle Triebwagen gebrauchen Druckluft zur Bedienung der Bremse. Darüber hinaus sind die meisten der vorhandenen Triebwagen mit pneumatischen Schaltungen zur Steuerung der Motoren und Getriebe ausgerüstet. Zur Erzeugung dieser Druckluft dient der Knorr-Kompressor. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit eines einwandfreien Arbeitens des Kompressors und der zu der Druckluftanlage gehörigen sonstigen Teile wie Druckregler ist im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge eine Prüfeinrichtung geschaffen. Die grundsätzliche Anordnung zeigt Abb. 11. Jeder Kompressor wird nach seiner Überholung mit den zugehörigen Teilen der Praxis entsprechend auf Leistung und richtiges Arbeiten der Schaltteile geprüft. Das Ergebnis der Prüfung wird auf einem Prüfblatt niedergelegt.

4. Prüfstand für Lichtmaschinen, Zündmagnete und Anlasser.

Zur Prüfung der an allen Verbrennungstriebwagen vorhandenen Lichtmaschinen, der Zündeinrichtungen und Startmaschinen wird im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge ein von Siemens & Halske entwickelter Prüfstand

Übersicht

über die vom Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge zu unterhaltenden Verbrennungstriebwagen.

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Wagen-Lieferer	Anzahl	Motor-Lieferer	Anzahl	Getriebe-Lieferer	Anzahl
1	Werdauer Waggonfabrik	3	Daimler	1	Werdauer Waggonfabrik	1
2	Gothaer Waggonfabrik	4	NAG	1	Gothaer Waggonfabrik	1
3	Triebwagenbau A.-G.	3	Deutsche Werke	1	Deutsche Werke	1
4	Triebwagenbau A.-G.	1	Deutsche Werke	1	Deutsche Werke	1
5	Dessauer Waggonfabrik	3	Büssing	2	Zahnradfabrik Friedrichshafen (Soden)	2
6	Wegmann, Kassel	3	MAN	1	Zahnradfabrik Friedrichshafen (Soden)	1
7	Wegmann, Kassel	2	MAN	2	Zahnradfabrik Friedrichshafen (Soden)	2
8	Waggonfabrik Wismar	10	Maybach	1	Maybach	1
9	Wegmann, Kassel	1	NAG	2	NAG	2

benutzt. Auf einem Tisch ist ein in weiten Grenzen regelbarer Elektromotor mit angeschlossenem Drehzahlmesser aufgebaut. Mit dem Motor wird die zu prüfende Lichtmaschine oder der Zündmagnet direkt gekuppelt. Durch die in den Tisch eingebauten Widerstände läßt sich die Lichtmaschine beliebig belasten. Hinter dem Tisch befindet sich eine Schalttafel mit Volt- und Amperemeter, an denen sich die Leistung der Lichtmaschine ablesen läßt. Außerdem zeigt eine ebenfalls in die Schalttafel eingebaute Merklampe, ob die Maschine bei allen Belastungen und Drehzahlen ruhig arbeitet oder ob das Licht flackert.

Zur Prüfung der Zündfunken befindet sich an der Schalttafel eine achtteilige Funkenstrecke, an der also acht Zündfunken durch Verbindung mit den einzelnen Kabelanschlüssen beobachtet werden können. Ferner ist auf der Motorwelle eine Scheibe mit Skala angebracht, an der das Wandern eines Zündfunken bei Änderung der Drehzahl, d. h. also die selbsttätige Verstellung des Zündzeitpunktes beobachtet und gemessen werden kann.

Bei den elektrischen Anlassern kommt es darauf an, daß das Ritzel durch Drücken des Startknopfes in den Zahnkranz des Schwungrades eingreift und dann sofort ein kräftiges Drehmoment entwickelt wird. Der Prüfstand ist daher diesen Anforderungen entsprechend eingerichtet. Der Startmotor wird auf dem Tisch festgespannt und an eine Batterie gelegt.

Übersicht

über die vom Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge zu unterhaltenden Triebwagenmotoren.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lfd. Nr.	Lieferer	Art	Anzahl	Leistung PS	Zylinderzahl	Ø mm	Kolbenhub mm	Drehzahl in 1 Minute
1	Maybach	Diesel	12	150	6	140	180	1300
2	MAN	Diesel	10	75	6	115	180	1100
3	NAG	Vergaser	8	75	6	120	170	950
4	DWK	Vergaser	5	150	6	150	180	1000
5	Büssing	Vergaser	8	110	6	125	160	1200
6	Daimler	Vergaser	3	100	4	150	170	1200

Übersicht

über die vom Reichsbahn-Ausbesserungswerk Wittenberge zu unterhaltenden Triebwagengetriebe.

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Lieferer	Anzahl der zu unterhaltenden Getriebe	Gangzahl	Betätigung
1	Zahnradfabrik Friedrichshafen (Soden)	18	5	Mechanisch-pneumatisch und elektro-pneumatisch
2	Maybach-Motorenbau	12	4	Mechanisch
3	Gothaer Waggonfabrik	5	4	Elektro-pneumatisch
4	Deutsche Werke	4	4	Pneumatisch
5	Deutsche Werke	2	4	Mechanisch
6	Deutsche Werke	1	4	Pneumatisch
7	NAG	2	4	Elektro-pneumatisch

Sein Ritzel befindet sich wie beim Verbrennungsmotor in unmittelbarer Nähe eines größeren Zahnrades. Dieses sitzt mit einer Bremsscheibe auf einer Welle. Die Bremse wird durch Gewicht dem verlangten Drehmoment entsprechend belastet.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß der Prüftisch auch Isolationsprüfungen gestattet. Durch Vergleichswiderstände kann der Widerstand in gewissen Grenzen ermittelt werden.

5. Prüfstand für Brennstoffpumpen.

Von den Brennstoffpumpen der Dieselmotoren muß eine bestimmte von der Drehzahl und dem Gegendruck abhängige Fördermenge und ein gleichmäßiges Arbeiten aller Zylinder verlangt werden. Die im Reichsbahnausbesserungswerk Wittenberge mit Teilen der Firma Robert Bosch A.-G. aufgebaute Prüfeinrichtung gestattet diese Prüfung in einfacher Weise. Die Brennstoffpumpe wird von einem regelbaren Elektromotor angetrieben und fördert ihren Brennstoff in nebeneinander angeordnete Prüfdüsen. Diese Prüfdüsen werden mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung auf einen bestimmten Gegendruck eingestellt. Der Brennstoff tropft nach Durchströmen der Prüfdüsen in darunter gestellte Meßgläser. Die Menge des in einer bestimmten Zeit geförderten Brennstoffes läßt sich leicht ablesen und ist ein Maßstab für die Leistung der einzelnen Zylinder.

6. Prüfstand für Drehzahlmesser.

Bei dem Schalten der einzelnen Getriebegänge kommt es bei einer Reihe von Wagen darauf an, die Motordrehzahl möglichst genau auf die „Schaltgrenze“ zu bringen. Daher spielen die Drehzahlmesser eine wichtige Rolle. Die Meßanlagen bestehen im allgemeinen aus Gebern, das sind kleine elektrische Stromerzeuger, und Anzeigeinstrumente. Die Prüfung der Geber gestaltet sich einfach. Sie werden von einem regelbaren Elektromotor angetrieben. Die Drehzahl wird an einem besonders genauen Präzisionsdrehzahlmesser abgelesen. Zur Feststellung der erzeugten Spannung wird ein Präzisionsspannungsmesser benutzt. In ähnlicher Weise lassen sich auch anders gebaute Drehzahlmesser prüfen.

Durch die bisherigen Erfahrungen hat sich die Zusammen-

fassung einer größeren Anzahl von Verbrennungstriebwagen in einem Ausbesserungswerk als richtig erwiesen. Man wird daher auch künftig diesen Weg weitergehen und durch Unter-

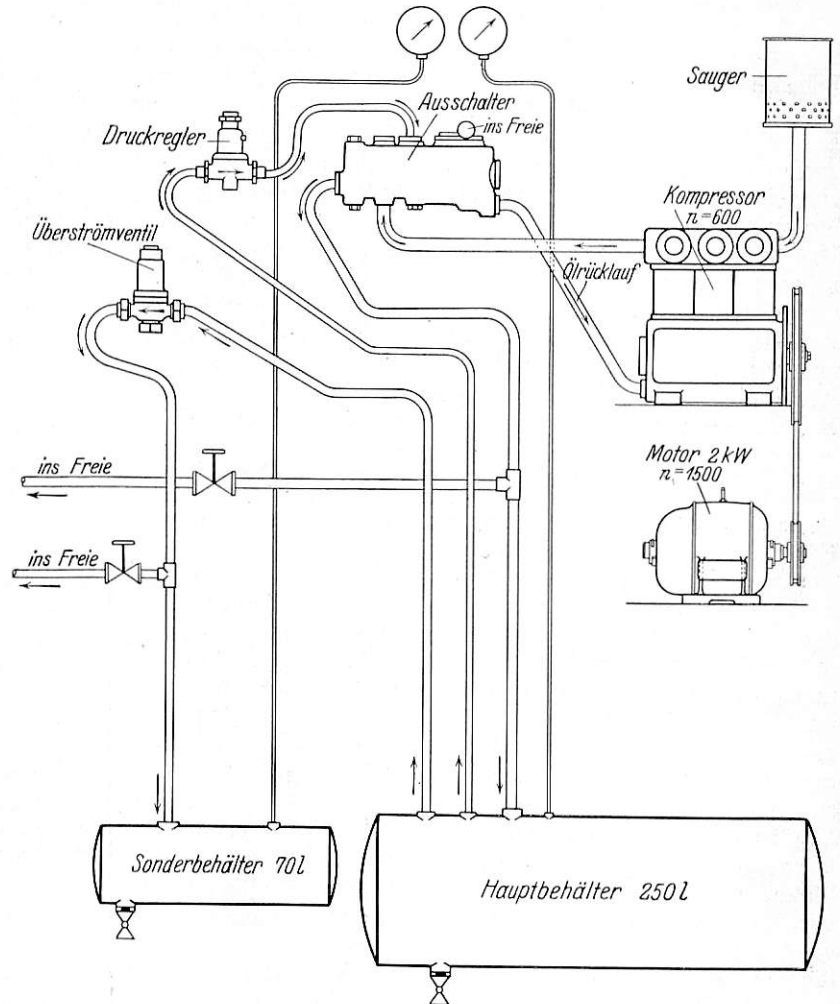


Abb. 11. Prüfeinrichtung für Knorr-Kompressoren.

haltung der Verbrennungstriebwagen nur in wenigen besonderen Triebwagen-Ausbesserungswerken die Wirtschaftlichkeit des Triebwagendienstes fördern.

Die Kleinlokomotive,

ein Betriebsmittel zur Rationalisierung des Nahgüterverkehrs.

Von Dipl.-Ing. Fr. Witte, Reichsbahnrat.

Die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung, in nicht geringerem Maße aber auch der technische Fortschritt haben den Eisenbahnverkehr mehr und mehr an einen Wendepunkt gelangen lassen. Immer häufiger tauchen Fragen auf, die sogar die Daseinsberechtigung*) der Schiene als Transportband im Hinblick auf die Starrheit des Systems kritisieren. Die Bindung an das Gleis, an den Bahnhof mit Dimensionen, die schon die Schwierigkeiten in der wirtschaftlichen Anpassung an Verkehrsschwankungen und Neuordnungen des Verkehrs zum Ausdruck kommen lassen, die großen erforderlichen Kapitalanlagen für die Einrichtungen geben dem seiner höchsten Entwicklungsstufe erfolgreich zueilenden Verbrennungsmotor als Antriebsmittel für den freizügigen Kraftwagen Gelegenheit, die Nachteile der Schienenförderung dem Verkehrtreibenden praktisch vor Augen zu führen. Schließt man die Personbeförderung als leichter individuell behandelbaren Verkehr

aus der Betrachtung aus und wendet sich dem die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens tragenden Güterverkehr zu, so kommt hier gerade im Verkehr über kurze Strecken der Gegensatz zwischen den Nachteilen der bisherigen Form der Schienenförderung und großen Möglichkeiten des Straßenkraftwagenverkehrs zum Ausdruck. Die individuelle Behandlung des Verfrachters, Entgegenkommen gegenüber seinen Wünschen und das Herantragen des Verkehrs an die Tür des Kunden sind dem Kraftwagen Selbstverständlichkeiten, im Eisenbahnverkehr aber meist schon aus technischen Gründen Probleme. Die Aussichten sind hier also für die Schiene sehr ungünstig, wenn nicht Mittel und Wege gefunden werden, unter Steigerung der Wirtschaftlichkeit die Vorzüge des Kraftwagenverkehrs in sinngemäßer Form als Anreiz dem Verkehrtreibenden anzubieten. Tatsächlich ist in dieser Beziehung der Schienenweg noch nicht ausgeschöpft. Ein typisches Beispiel ist der Nahgüterverkehr als ein dem Kraftwagen am leichtesten bisher zufallender Verkehr. Sucht man den Nahgüterzug in der

*) Vergl. auch „Die gefährdete Lage der amerikanischen Eisenbahnen. Archiv für Eisenbahnwesen, Jahrgang 1932, Heft 2.

Rangordnung der Züge, so findet man ihn an letzter Stelle stehend. Warum? Doch weniger wegen seines Anteils am wirtschaftlichen Erfolg, als wegen seiner betrieblichen Eigenart. Und diese gerade ist es, die ihn in der bisherigen Form mit dem Wettbewerb überhaupt nicht Schritt halten läßt. Reisegeschwindigkeiten von 9 bis 10 km/h sind zusammen mit den Belastungen aus der gewissen Umständlichkeit der Abfertigung des Gutes vom Absender bis zum Gleis und umgekehrt mit Leichtigkeit vom Kraftwagen zu unterbieten. Sieht man aber von den zunächst im System der Schiene liegenden Abfertigungsfragen ab, so ist es im Betrieb die Vereinigung von Zugförderung und Rangierarbeit, die dem Nahgüterzug seinen Rang vorschreibt. Sie ist aus dem bei einem großen Unternehmen stets richtungweisenden Bestreben nach Beschränkung der Mittel auf möglichst wenige Spielarten, sei es der Konstruktion, sei es der Art des Einsatzpersonals, seine Ausbildung und Ausnutzung, entstanden. Die sich von Jahr zu Jahr steigernde Notwendigkeit der Ausschöpfung der letzten Möglichkeiten zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit hat hier, bei dem Stiefkind der Zugförderung, dem Nahgüterzug mit großem Erfolg die Entwicklung fördernd eingegriffen.

Dem Verfrachter soll entgegengekommen werden, seine Güter sollen schneller befördert werden, der Anschlußgleisbesitzer will seine Wagen haben, wann sein Betrieb das erfordert und nicht dann, wenn der Betrieb der Schienenbahn das zuläßt. Das Gleiche gilt von der Abbeförderung. Der Benutzer der Laderampen ist in der gleichen Lage. Es nutzt nicht, zu sagen, der Verkehrtreibende müsse auch für sich — und könne das auch — ein Programm für seine Maßnahmen zugrunde legen und dementsprechend sich den ihm im allgemeinen bekannten Verhältnissen der Bahn anpassen. Wenn sich ihm die Möglichkeit besserer Zeitausnutzung unter leichter Umdisponierung seines Programms bietet, wird er die Gelegenheit ausnutzen. Also muß man ihm auch die Gelegenheit bieten, vor allem dann, wenn die technische Möglichkeit die wirtschaftliche Lösung der Aufgabe zuläßt. Größere Fahrgeschwindigkeit des Zuges hilft da aber nicht, denn damit ist die individuelle Bedienung des Kunden nicht erreicht, auch wirkt sich bei den kurzen Entfernungen die höhere Fahrgeschwindigkeit deshalb nicht fühlbar aus, weil eben der Aufenthalt auf dem Bahnhof selbst für die Erledigung der Rangierarbeiten durch die Zuglokomotive zu groß ist. 50% und mehr der gesamten Fahrzeit entfallen auf Aufenthalte auf den Bahnhöfen. Also hier muß die Rationalisierung einsetzen, und zwar durch Entlastung des Zuges von dieser Rangierarbeit. Wer aber soll sie übernehmen? Die eine Möglichkeit ist die Wanderlokomotive, die von Ort zu Ort vorfährt, um die Rangierarbeiten durchzuführen, dabei allerdings viel Zeit auf der Strecke liegt und vor allem — und das ist sehr entscheidend — nicht von der Starrheit des Verfahrens entbindet, wenn sie auch vielleicht mit einem geringen Kapital und Betriebsaufwand auszukommen gestattet. Die konsequenteste Maßnahme ist deshalb der Einsatz der örtlichen Zugkraftquelle. Damit tritt der Betrieb mit der technischen Aufgabe an den Konstrukteur heran, diesmal einem Problem, wie es eigenartig auf der einen Seite selten vorkommt, auf der anderen Seite aber deshalb reizvoll ist, weil die völlig neue Aufgabe weite wirtschaftliche Aussichten eröffnet. Letztere hängen mehr fast noch, als bei irgend einem anderen Betriebsmittel von der zweckmäßigen Angleichung des Aufwandes an die Aufgaben ab. Da die ideellen Vorteile in Form verkehrswerbender Wirkung sich erst allmählich auswirken können und zahlenmäßig schwer erfassen lassen, muß die neue Kapitalinvestierung eine Rente aus gleichzeitig mit der Umstellung gewonnenen Betriebsersparnissen abwerfen. Und diese Ersparnisse aus der Beschleunigung des Fahrzeugumlaufs, sowohl der Wagen wie der Lokomotiven, der gleichzeitigen Ersparnis an Personal,

der Ersparnis an Betriebsstoff durch die bessere Anpassung der Konstruktion an die niedrige Betriebsleistung bestimmen, wie noch zu zeigen ist, die Grenzen des neuen Betriebsaufwandes. Sie setzen voraus, daß das neue Fahrzeug stets betriebsbereit sein muß, ungefährlich in der Bedienung, d. h. mit einem Energieumsetzungsverfahren ausgestattet, das keine besondere Ausbildung und keine besonderen Vorkenntnisse mit Rücksicht auf die betriebssichere Bedienung voraussetzt und schließlich auch im Betriebsstoffverbrauch sparsam ist, d. h. nach einem thermisch möglichst hochwertigen Prozeß arbeitet. Der geringe Umfang der auszuführenden Arbeiten und die einfachen Verhältnisse, unter denen sie ausgeführt werden, läßt außerdem zu, das Fahrzeug mit Bedienungsmöglichkeit durch einen einzelnen Mann auszustatten.

Alle diese Forderungen lassen sich mit einfachsten Mitteln und geringstem Aufwand durch Verwendung des Verbrennungsmotors erfüllen, an nächster Stelle steht noch, am Aufwand gemessen, der gegenüber dem Getriebeantrieb betrieblich Vorzüge aufweisende elektrische von einem Speicher aus.

Nur der Durchschnitt des Verkehrsanfalls kann für die Durchbildung eines allgemein einsetzbaren Fahrzeugs in diesem Falle entscheidend sein, und nicht die höchste vorkommende Leistung, die sehr von örtlichen Verhältnissen abhängt. Eine solche Durchschnittsleistung ist die Beförderung von 250 t mit etwa 5 km Fahrgeschwindigkeit. Unter Berücksichtigung der Anfahrbeschleunigung im Fahrwiderstand ergibt das eine Leistung im Antriebsmotor von:

$$\text{etwa } \frac{265 \cdot 7 \cdot 5}{270 \cdot 0,75} = 45 \text{ PS.}$$

Man ersieht schon aus dieser Zahl, wie ungünstig im allgemeinen die Zuglokomotive bezüglich der betrieblichen Ausnutzung dran ist, wenn sie, ganz abgesehen von der Schwerfälligkeit der Rangierbewegungen im Bahnhof bei gleichzeitiger Bedienung des Zuges, d. h. beim Ordnen, Aussetzen und Zusetzen von Wagen mit ihrer meist 20fachen Leistung und dementsprechend hohem Anlagekapital sowie Betriebsstoffverbrauch, derart kleine Leistungen mit hohem Zeitaufwand ausführt. Ihre Fähigkeit, schneller fahren und beschleunigen zu können, kommt dabei nicht zu einer praktischen Auswirkung, da ja der fahrplanmäßige Aufenthalt sich meist und außerdem mit großer Toleranz an die im Jahresdurchschnitt höchste anfallende Arbeit anpassen muß. Die örtliche Zugkraft kann sich diese Arbeiten des Vorordnens und Ausrangierens der Wagen, des Zustellens an den Kunden völlig unabhängig, jedenfalls in weit höherem Maße als die Zuglokomotive einteilen und kommt mit der niedrigsten Leistung von 45 PS aus. Für die Nachprüfung, ob diese Leistung aus den Ersparnissen heraus tragbar ist, oder ob sie unter Umständen nach oben erweitert werden kann, z. B. zur Schonung des dann im Durchschnitt nicht so stark beanspruchten Fahrzeugs oder auch zur Erfassung von Bahnhöfen mit besonders schwierigen Neigungsverhältnissen der Gleise, sind die vorkommenden Grenzleistungen zu betrachten. Die auf einer ganzen Reihe von Bahnhöfen vorkommende niedrigste Leistung, mit der aber durch Abtrennung von der Zugförderung Ersparnisse erzielt werden können, ist die Förderung von etwa 60 t mit 5 km/h und dementsprechend eine Motorleistung von 12 PS. Die auf einzelnen Bahnhöfen mit großen Rangierleistungen vorkommende höchste Leistung, die noch unter das Gebiet der Kleinlokomotive zu fassen sein könnte, würde die Beförderung von 120 t über 25⁰/₁₀₀ Steigung sein. Sie setzt eine Leistung von 110 bis 120 PS voraus. Für die Feststellung der für das Einheitsfahrzeug zu wählenden wirtschaftlichen Leistung sind nun die durchschnittliche Ausnutzung und die daraus entspringenden Betriebskosten richtungweisend. Die Anwendung der hohen Leistung erweitert zwar den Einsatz-

bereich, führt aber nach Abb. 1, die die durchschnittliche Ausnutzung in Bruchteilen der Einbauleistung für den vorliegenden Betriebszweck zeigt, zu einer Durchschnittsleistung von 25%. Als Vorteil können die Erhöhung der Lebensdauer und geringere Unterhaltungskosten angesehen werden, auf der anderen Seite aber auch ungünstigere Brennstoffverbrauchsätze bei Leerläufen und Teillasten. Eine nahezu 100%ige Ausnutzung erfährt das Fahrzeug mit der kleinsten Leistung. Unter Berücksichtigung dieser verschiedenen Faktoren ergeben sich die in nachstehender Übersicht zusammengestellten Betriebskostensätze für 1 bis 6stündigen täglichen Betrieb, die in

schnitt für die betrachteten Bahnhöfe etwa 40.—RM täglich und damit ist in Abb. 2 die Durchschnittsgrenze für die Leistung gegeben, wenn durch die erzielten Ersparnisse noch ein genügender Anreiz für den Einsatz verbleiben soll. Man sieht, daß tatsächlich das Fahrzeug von etwa 45 bis 50 PS, das auch der betrieblichen Durchschnittsleistung entspricht, die wirtschaftliche Größe ist. Rückwärts ergibt sich damit auch der zulässige Kapitalaufwand. Aus diesen Erwägungen heraus erscheint die Wahl zweier Leistungsgruppen für Fahrzeuge, nämlich einer Gruppe I mit 20 bis 25 PS für kleinste Bahnhöfe und einer Gruppe II mit Leistungen von etwa 50 PS als

Eingebaute Leistung PS	Durchschnittlicher Ausnutzungsfaktor der Leistung	Brennstoffverbrauch kg			Brennstoffkosten RM			Einschließlich Schmierölverbrauch RM			Anlagekapital einschließlich Schuppen- und Tankanlage	Verzinsung, Tilgung und Unterhaltung 10+10+5% 10+8+4% 10+5+3%	Bei 300 Arbeitstagen also täglich RM	Personal-kosten, Anteil, der auf die Bedienung der Kleinlok fällt	Summe der täglichen Betriebskosten bei Betriebsstunden		
		bei täglichen Betriebsstunden			bei täglichen Betriebsstunden										1	3	6
		1	3	6	1	3	6	1	3	6							
15	0,95	3,5	10,5	21,0	0,42	1,26	2,52	0,48	1,45	2,90	8 000	2 000	6,70	8,68	12,65	18,60	
25	0,75	4,7	14,1	28,2	0,56	1,69	3,38	0,65	1,95	4,00	10 000	2 500	8,35	10,50	14,80	21,35	
40	0,60	6,0	18,0	36,0	0,72	2,16	4,32	0,83	2,48	4,97	17 000	4 250	11,80	14,13	18,78	25,77	
55	0,50	8,0	24,0	48,0	0,96	2,88	5,75	1,10	3,32	6,60	21 000	4 600	15,40	18,00	23,22	31,00	
70	0,45	9,5	28,5	57,0	1,14	3,42	6,85	1,31	3,94	7,90	32 000	6 700	22,30	25,11	30,74	39,20	
90	0,35	11,0	33,0	66,0	1,32	3,96	7,90	1,52	4,55	9,10	45 000	8 100	27,00	30,02	36,50	45,10	
120	0,25	11,0	33,0	66,0	1,32	3,96	7,90	1,52	4,55	9,10	65 000	11 700	39,00	42,02	48,05	57,10	

ihrer Abhängigkeit von der Leistung in Abb. 1 wiedergegeben sind. Ihnen stehen die täglich zu erwartenden Ersparnisse und zwar zunächst die praktisch, d. h. dienstplanmäßig zu verwirklichenden Ersparnisse aus ersparten Nutzkosten der Fahrzeuge, des Personals, an Betriebsstoff, Kapitaldienst und Unterhaltung der Dampflokomotive usw. gegenüber. Für die Beurteilung der wirtschaftlichen Grenzleistung, die für das Einheitsfahrzeug anzuwenden wäre, geben Erhebungen aus dem Jahr 1929 einen Anhalt, bei denen alle die Bahnhöfe erfaßt

zweckentsprechende Lösung der Aufgabe. Die geringe Zahl von Fällen, in denen tatsächlich nach den örtlichen Verhältnissen der Einsatz einer der Höchstleistungsmaschinen noch gewisse wirtschaftliche Vorteile zu bieten scheint, dürfte kaum die Durchbildung eines solchen Fahrzeugs im Hinblick auf die Sonderstellung nach Unterhaltungs- und Beschaffungskosten innerhalb des gesamten Fahrzeugparks rechtfertigen.

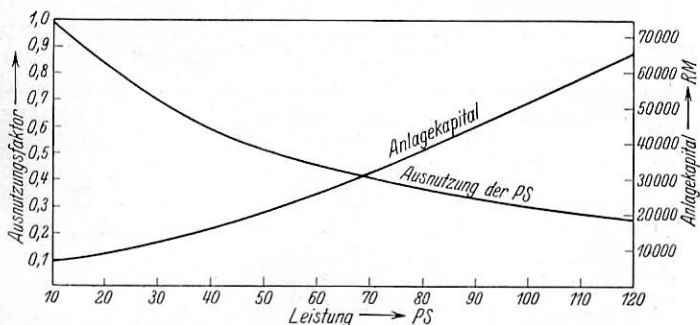


Abb. 1. Kapitalaufwand für die in der Kleinlokomotive eingebaute Leistung und durchschnittliche Ausnutzung dieser Leistung.

wurden, auf denen Zuglokomotiven mindestens 2 Stunden täglich rangieren. Es ergab sich, daß auf 2426 Bahnhöfen täglich 8929 Stunden oder auf einem Bahnhof durchschnittlich 3 bis 4 Stunden durch die Zuglokomotive rangiert wurde. Bei Bewertung der Einsatzwürdigkeit kommt es naturgemäß darauf an, wie weit die zunächst theoretischen Ersparnisse sich praktisch auswirken. Bei Lokomotivüberschuß und mangelnder Möglichkeit, den Gewinn aus der Beschleunigung des Zuges und Fahrzeugumlaufs praktisch voll auszunutzen, etwa dadurch, daß der Fahrplan mit den Anschlüssen hindernd im Wege steht, oder der Dienstplan der Lokomotiven die Laufleistungen nicht zu steigern zuläßt, ermäßigt sich also der theoretische Satz. Man kann bis jetzt bei den dienstplanmäßigen Ersparnissen mit etwa 50 bis 75% der theoretisch möglichen Ersparnisse rechnen. Dieser Wert beträgt als Durch-

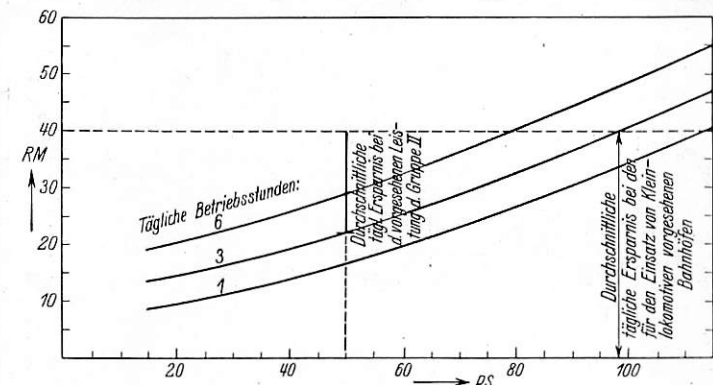


Abb. 2. Tägliche Betriebskosten bei ein- bis sechsstündigem Betrieb in Abhängigkeit von der in der Kleinlokomotive eingebaute Leistung.

Im Rahmen des Fahrzeugparks der DRG werden diese neuen Betriebsmittel, die den einzelnen Bahnhöfen zugewiesen werden, als „Kleinlokomotiven“ bezeichnet. Sie fallen als solche unter den Abschnitt III der BO „Fahrzeuge“ und werden im Hinblick auf die einfachen Betriebsverhältnisse, unter denen sie eingesetzt werden, sowohl in den baulichen Ausführungen wie auch in der betrieblichen Behandlung eine besondere Behandlung in der BO erfahren. Über die Prüfung des Einsatzes, den Betrieb, Ausbildung des Personals und die Wartung, sind bereits in dem kürzlich im Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft Berlin erschienenen Buch „Die Kleinlokomotive im Rangierdienst auf Unterwegsbahnhöfen“ Ausführungen gemacht worden. Es erscheint daher nur nötig, hier noch kurz auf den neuesten Stand der technischen Entwicklung einzugehen.

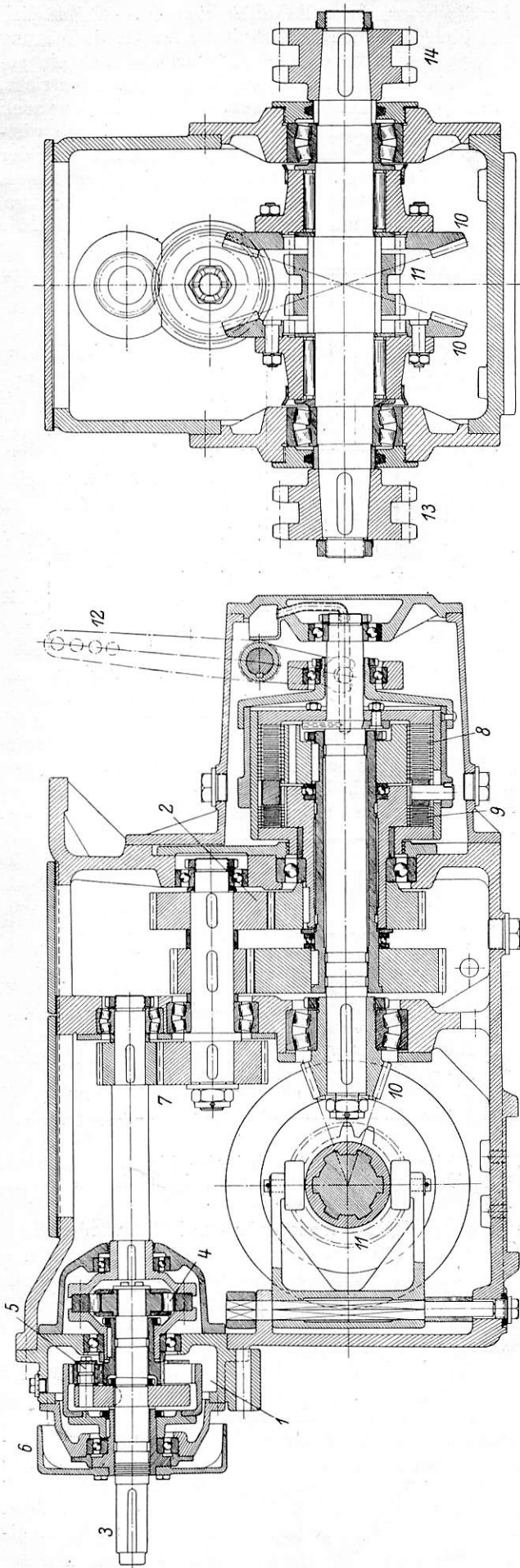


Abb. 3. Getriebe für eine Kleinlokomotive. Ausführung 1932.

Legende:

- 1 Schnellgang-Vorgelege
- 2 Fahrgetriebe
- 3 Motor-Antriebsseite
- 4 Freilauf-Rollensperre als Überholungskupplung
- 5 Planetenrad

- 6 Brems Scheibe als Haltekupplung
- 7 Vorgelege zur Angleichung der Drehzahlen verschiedener Motor-Ausführungen
- 8 Fahrkupplung des 1. und 3. Ganges
- 9 Fahrkupplung des 2. und 4. Ganges

- 10 Fahrtrichtungswechsel-Wendegertriebe
- 11 Klauenkupplung für Fahrtrichtungswechsel
- 12 Kupplungsschalthebel
- 13 } Ketten-Antriebsritzel
- 14 }

Die Bauart ist durch die Anwendung eines mechanischen Getriebes mit vier Stufen (5, 10, 15 und 30 km/h Fahrgeschwindigkeit) gekennzeichnet. Grundsätzlich wird dabei die Gruppenschaltung, d. h. Anwendung eines Vorgeleges vorgesehen, das einen einfachen Getriebeaufbau zuläßt, da im allgemeinen nur mit den beiden unteren Stufen als Arbeitsstufen gefahren wird (vgl. Abb. 4). Die Zahl der leistungsaufnahmefähigen Gleitkupplungen und zwar in Form von Scheibenkupplungen wird damit auf Zwei beschränkt. Sie liegen gut zugänglich und leicht nachstellbar außerhalb des eigentlichen Getriebes, so daß auch der Abrieb ferngehalten wird. Die Anordnung des Schnellganggetriebes im hohen Drehzahlbereich gestattet, bei den dort kleinen Kräften und den hohen Drehzahlen einwandfrei genügenden Elementen auch kleine Abmessungen zu geben. Die Schaltung des Planetenrades mit Bremsband und die selbsttätige Überholungskupplung*) führen zu einer einfachen Steuerung. Das Getriebe dieser Art wird in den Kleinlokomotiven der Bauart Schwartzkopff in der Lieferung 1932 zur Ausführung kommen. Es stellt nach seinen Baugrundsätzen und der bereits durch Einschaltung eines besonderen Zahnradpaares gegebenen Offenhaltung der Verwendung von Motoren verschiedener Drehzahl eine Vorstufe für eine Einheitsausführung dar. Wie dieses Getriebe in der Kleinlokomotive angeordnet wird, läßt Abb. 4a erkennen.

Bei einem Objekt, das — wie das Getriebe der Motorlokomotive — in seinen einzelnen Teilen wie in der Gesamtanordnung als Neuentwicklung dem lebhaften Fluß des technischen Fortschritts unterworfen ist, setzt naturgemäß die Durchbildung einer Einheitsausführung, wie sie nun einmal bei dem hier vorliegenden Bedarf für den Betrieb und die Unterhaltung unerläßlich ist, in der Einheitsausführung selbst der Weiterentwicklung eine gewisse Grenze. Sie muß also parallel betrieben werden, wenn nicht der technische Fortschritt gehemmt werden soll. So ist auch das in Abb. 5 dargestellte Getriebe zu werten, das zunächst als Einzelausführung bei der Lieferung 1932 für die DRG zur Erprobung gelangt. Der Grundgedanke der Gruppenschaltung ist auch hier wieder gewahrt. Dagegen treten an Stelle der Übersetzungszahnräder zwei Wälzgetriebe nach Zadow. Durch die Anwendung der sich zwischen zwei Ringen verschiedenen Durchmessers abwälzenden Rollen an Stelle der sonst üblichen Zahnräder ist es möglich, gleichachsrig hintereinander die beiden Geschwindigkeitsgruppen und die zugehörigen Gleitkupplungen anzuordnen, so daß eine sehr gedrängte Getriebebauart entsteht. Durch die Verwendung im Rollenlagerbau bekannter Elemente ist bei Anwendung eines reinen Abrollprinzips und der Vermeidung jeglichen Schlupfes ein theoretisch hochwertiges Übersetzungsverfahren möglich. Die Wirkungsweise des Zadow-Elementes geht aus Abb. 6 hervor. Danach ergibt sich das Übersetzungsverhältnis in einfachster Weise durch das Verhältnis von Durchmesser des Außenrings zu Durchmesser des Innenrings. Zwischen den Ringen 1 und 2 sind die Rollen 3 und 4 sowie die sogenannte Druckrolle 5 lose eingelegt. Die Zapfen 6, die die Druckrollen 5 tragen, sind dabei gegenüber dem Getriebe so gelagert, daß sie je nach der außen

*) Bauart Stöckicht.

oder innen eingeleiteten Drehrichtung um die Punkte 7 und 8 bzw. 7¹ und 8¹ eine kleine Schwenkbewegung ausführen können. An dieser Schwenkbewegung nehmen sämtliche Rollen teil. Der exzentrische Schwenkpunkt bewirkt eine Pressung der Rollen unter sich und gegen die Ringe und zwar wälzend. Von diesem Augenblick an bleibt das Rollensystem örtlich stehen und überträgt die eingeleitete Kraft

Neben der konstruktiven Durchbildung ist von gleicher Neuartigkeit und Bedeutung die Auswahl und Ausbildung des Personals, sowie die Überwachung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes. Die Konstruktion ist von vornherein darauf abgestellt, daß die Fahrzeuge von angeleiteten Leuten bedient werden können, so daß ein möglichst großer Kreis der Bahnhofsbediensteten in der Lage ist, die der Kleinlokomotive zu-

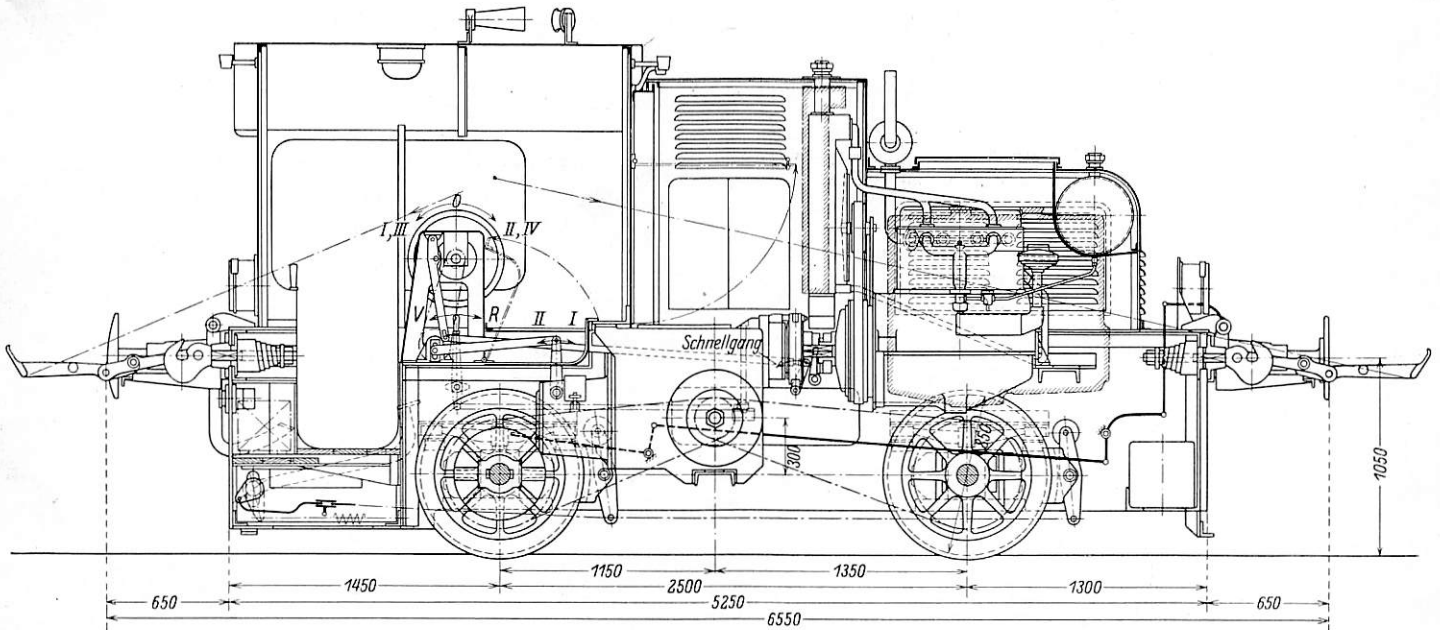


Abb. 4a. Gesamtanordnung der Kleinlokomotive Bauart Schwartzkopff, Lieferung 1932.

unter Übersetzung. Da nun die Anpressung der Rollen von der Reaktion der durchfließenden Kraft erzeugt wird, bleibt sie stets proportional derselben, so daß das Getriebe nicht zum Gleiten kommen kann. Da die Kraftübertragung rein wälzend erfolgt, ist der Arbeitsverlust gering. Die Verwendung der Zadow-Elemente bringt wohlverstanden keinen Ersatz für die aus dem Übergang von einer Geschwindigkeitsstufe zur andern beim Motorantrieb unerlässlichen leistungsaufnahmefähigen Kupplungen, die wiederum als Scheibenkupplungen angeordnet sind. In dem Getriebeentwurf nach Abb. 5 übersetzt das Schnellangelement unter Überholung durch die Freilaufkupplung vom Außen- auf den Innenring ins Schnelle und das mit den Fahrkupplungen zusammenarbeitende Element vom Innen- auf den Außenring ins Langsame.

Neben der Verwendung des Verbrennungsmotors als Antriebsmittel ist noch der betrieblichen Vorzüge wegen dem elektrischen Antrieb von einem Speicher aus Raum innerhalb der Versuche eingeräumt worden. Höheres Anlagekapital für das Fahrzeug im Vergleich zum Motorfahrzeug gleicher Leistungsfähigkeit und nicht unerhebliche Kosten für die Erneuerung des Speichers setzen allerdings den Einsatzmöglichkeiten dieser Art Fahrzeuge eine engere Grenze als dem Motorfahrzeug. Als weitere Belastung kommt beim reinen Speicherfahrzeug die unerlässliche Ladeanlage hinzu, über deren zweckmäßige Auswahl noch besonders zu berichten sein wird, da sie andernfalls die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes ungünstig beeinflusst. Der Wunsch, von dem örtlichen Stromtarif freizukommen, außerdem auch von der Ladeanlage unabhängig zu werden, so daß das Fahrzeug freizügig verwendbar wird, läßt, sofern der Kapitalaufwand sich in tragbaren Grenzen hält, die Verwendung des Speichers als Pufferbatterie und den Einbau eines ständig laufenden Aufladeaggregats mit Verbrennungsmotor kleiner Leistung aussichtsreich erscheinen. Voraussichtlich wird noch im Jahre 1932 ein Versuch mit derartigen Fahrzeugen eingeleitet werden.

fallenden Aufgaben zu erledigen, damit man in der Dienst-einteilung freizügig verfahren kann. Dabei nehmen aber die Bahnhofsbediensteten diesen Dienst neben ihrem eigentlichen Dienst wahr. Die Auswahl wird auf Vorschlag des Bahnhofs durch das Betriebsamt getroffen. Durch die spätere Mitwirkung des Maschinenamts bei der formlosen Prüfung der Bediener wird der Wahrung der maschinentechnischen unerlässlichen

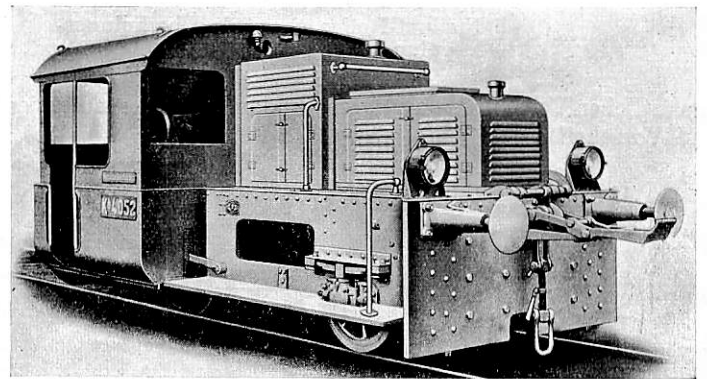


Abb. 4b. Außenansicht der Kleinlokomotive Bauart Schwartzkopff, Lieferung 1932.

Forderungen Rechnung getragen. Unter den Bedienern wird nach Kleinlokomotivwärtern und Bedienern unterschieden. Der Wärter übernimmt die Wartung des Fahrzeugs und muß soweit vorgebildet werden, daß er in der Lage ist, auch kleinere Betriebsstörungen zu beseitigen. Die Ausbildung der Wärter erfolgt zunächst noch zentral, sie wird darauf abgestellt, daß der Wärter in der Lage sein muß, die übrigen Bediener des Bahnhofs anzulernen. Die Berechtigung zur Führung der Kleinlokomotive wird schriftlich erteilt. Bei der Prüfung selbst wird weniger Wert auf den Nachweis allgemeiner

maschinentechnischer Kenntnisse gelegt als vielmehr auf die praktische Befähigung zur Bedienung bzw. Wartung einer bestimmten Kleinlokomotivart und auf die Beherrschung der

reichung die Fahrzeuge dem Reichsbahn-Ausbesserungswerk zugeführt werden müssen. Dabei sind unterschieden die alle zwei Jahre vorzunehmende Hauptausbesserung und die jähr-

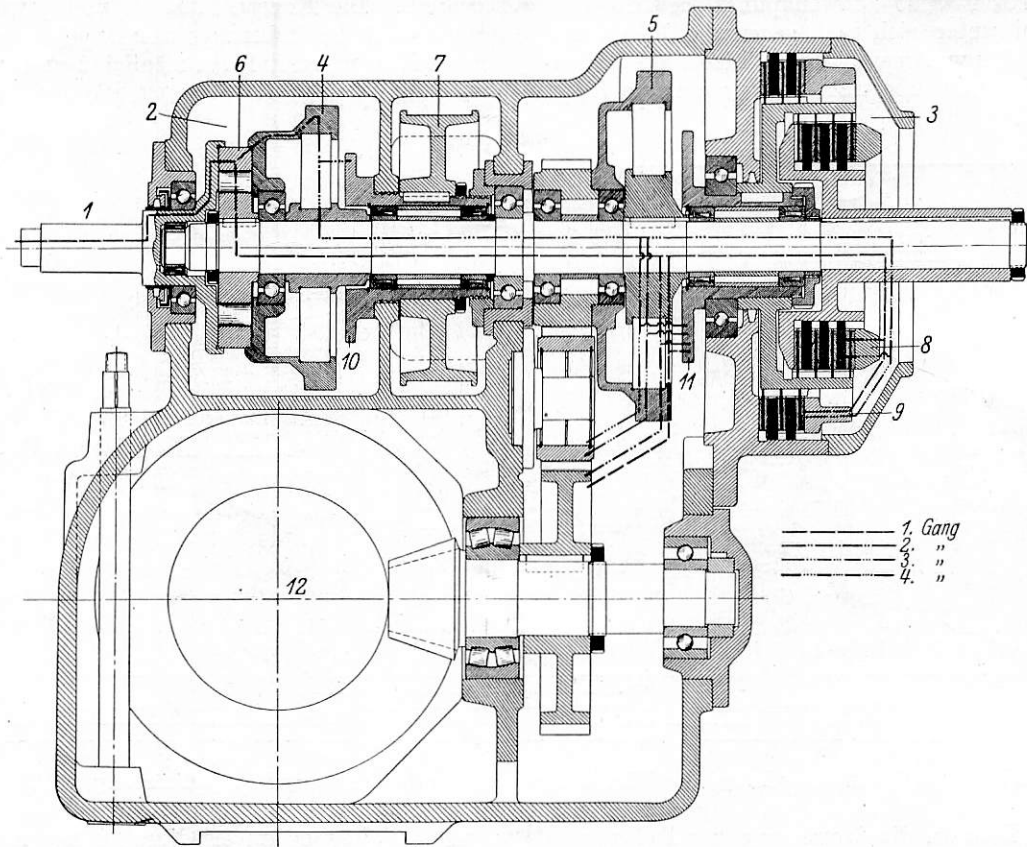


Abb. 5. Vierstufiges Getriebe mit Zadow-Elementen.

Legende:

- | | |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 Motor-Antriebsseite | 7 Bremscheibe zur Einschaltung des Zadow-Elementes |
| 2 Schnellgang -Vorgelege | 8 Scheibenkupplung zum 3. und 4. Gang |
| 3 Fahrgetriebe | 9 Scheibenkupplung zum 1. und 2. Gang |
| 4 Zadow-Element des Schnellgang -Vorgeleges | 10 } Druckrollenträger |
| 5 Zadow-Element des Fahrgetriebes | 11 } |
| 6 Freilauf-Rollensperre als Überholungs-kupplung | 12 Hauptantriebswelle |

den örtlichen Verhältnissen entsprechenden Betriebshandlungen und Vorschriften.

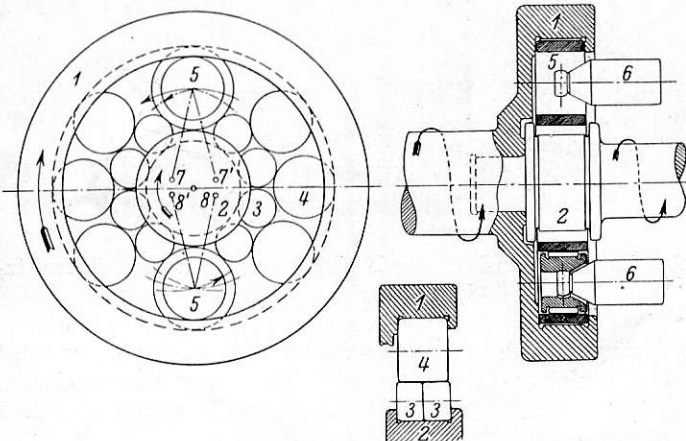


Abb. 6. Wirkungsweise des Zadow-Elementes.

Für die laufende Unterhaltung der Kleinlokomotive sorgt das nächste besonders dafür bestimmte Bahnbetriebswerk. Darüber hinaus sind aber bereits vorsorglich bestimmte Laufdauern und Betriebsleistungen festgelegt, nach deren Er-

liche Zwischenausbesserung. Um den aus der jeweiligen örtlichen Belastung entspringenden Einfluß auf die Verschleiß-schnelligkeit bei der Unterhaltung zu erfassen, ist über den reinen Zeitmaßstab hinaus festgesetzt, daß die Zuführung zur Hauptausbesserung bzw. Zwischenausbesserung bei schwerem Dienst mindestens nach 4000 bzw. 2000, bei leichtem Dienst nach 5000 bzw. 3000 Betriebsstunden erfolgen soll.

Der Einsatz der Kleinlokomotive erfordert zunächst erhebliche Vorarbeiten, wie Überprüfung des Fahrplans, der Lokomotivdienstpläne, Diensterteilungen des örtlichen und Zugpersonals, dann aber eine eingehende Gegenüberstellung des wegfallenden und hinzukommenden Aufwandes. Diese Vorerhebungen werden nach Einsatz des Fahrzeugs durch eine jeden einzelnen Faktor erfassende „Nachweisung über den Einsatz von Kleinlokomotiven“ gewissermaßen nachkalkuliert. Für die laufende Überwachung der eingesetzten Kleinlokomotiven dienen das „Zugleistungsbuch“ und das „Kleinlokomotivleistungsbuch“, ersteres für die Ermittlung der Zugleistungen, das letztere für den Nachweis der Tagesleistungen im Verschiebe- und Zugdienst, dann aber auch für die Überwachung durch den Betriebsmaschinendienst und die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit. Daneben ist eingeführt ein „Verwendungsnachweis für Kleinlokomotiven“ als Maßstab für die betriebliche Verwendung während der einzelnen Tagesstunden und

zwar in bildlich tabellarischer Wiedergabe, die den Zusammenhang zwischen Rangierarbeit und Fahrplan erkennen läßt. Der Nachweis wird vom Betriebsamt geführt.

Innerhalb von drei Jahren ist trotz dauernder Verschlechterung der wirtschaftlichen Verhältnisse die Entwicklung des Fahrzeugs, die erfolgreiche Einführung in den Betrieb mit allen damit zusammenhängenden organisatorischen Maßnahmen zu einem gewissen Abschluß gebracht. Zur Wertung der hier geleisteten Arbeit muß bedacht werden, daß es sich um die Schaffung eines völlig neuartigen, dem Vollbahnbetrieb bisher unbekanntes und daher mit kritischen Augen betrachteten Betriebsmittels handelt, für das auch die Industrie mangels

praktischer Erfahrungen über die zu stellenden Anforderungen keine von vornherein als endgültig anzusehende Form liefern konnte. Auch der Einsatz, die Ausbildungsfragen, die Überwachung, kurzum die neue Betriebsform erforderte eine Fülle von Maßnahmen, deren Auswirkung nicht von vornherein übersehen werden konnte. Und trotzdem kann gesagt werden, daß — abgesehen von wenigen negativen Erfahrungen, die schließlich bei jeder Neuerung erwartet werden müssen — gerade auf dem Entwicklungsgang der Kleinlokomotive Rückschläge so gut wie nicht eingetreten sind, nicht zuletzt als Folge der innigen Zusammenarbeit von Konstruktion und Betrieb.

Neuzeitliche Ladeeinrichtungen für Batterien von Schienenfahrzeugen.

Von Dipl.-Ing. K. Wilh. Landmann.

Elektrisch angetriebene Schienenfahrzeuge, welche ihren Betriebsstrom einer mitgeführten Speicherbatterie entnehmen, gewinnen immer mehr Bedeutung als unentbehrliche Ergänzung derjenigen elektrischen Fahrzeuge, welche ihren Betriebsstrom einer Zuleitung entnehmen. Die Verwendung einer Akkumulatorenbatterie bietet immer dann die einzige Möglichkeit für die Durchführung eines elektrischen Betriebes mit seinen großen Vorzügen in betrieblicher wie in wirtschaftlicher Hinsicht, wenn sich die Anordnung einer Zuleitung nicht lohnt oder aus irgendwelchen Gründen unmöglich ist.

Die heute für den Akkumulatorenbetrieb von Fahrzeugen zur Verfügung stehenden Batterien haben durch immer weiter getriebene Verbesserung der Platten und der sie trennenden Scheider sowie der sonstigen Aufbauteile einen großen Grad von Vollkommenheit erreicht. Sie gehören heute zu den zuverlässigsten Energielieferern, wie sie ja auch in ortsfesten und ortsbeweglichen Anlagen vorzugsweise dann angewandt werden, wenn es auf unbedingte Zuverlässigkeit, einfache Bedienung und rascheste Inbetriebnahme ankommt.

Mit dieser Entwicklung Hand in Hand ging die Ausgestaltung der Einrichtungen für die Ladung von Fahrzeugbatterien. Die Quecksilberdampf-Gleichrichter sind immer weiter vervollkommenet worden. An ihre Seite trat in neuerer Zeit der Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter. Dazu hat man in dem Pöhlerschalter das bisher einzige Mittel gefunden, eine einwandfreie Ladung ohne Aufsicht vollkommen selbsttätig durchzuführen. Daß die Erfindungen dieses neuartigen Gleichrichters und des Pöhlerschalters aus den Laboratorien unserer größten Akkumulatorenfabrik, der Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft Berlin-Hagen, hervorgegangen sind, ist ein Beweis für das erfolgreiche Weiterstreben der Akkumulatorenindustrie.

Auf eine Beschreibung der einzelnen Teile neuzeitlicher Ladeeinrichtungen braucht nicht näher eingegangen zu werden. Quecksilberdampf-Gleichrichter sind allgemein bekannt und häufig beschrieben*). Das gleiche gilt für Aufbau und Eigenschaften der neueren Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter, die bereits in Hunderten von Ladeanlagen auch bei der Deutschen Reichsbahn Eingang gefunden haben**). Ebenfalls können Wirkungsweise und Aufbau des Pöhlerschalters (Abb. 1), der in mehr als 10000 Stück allgemeinste Verbreitung gefunden hat und heute schon ein nicht mehr zu entbehrender Bestandteil jeder neuzeitlichen Ladeanlage darstellt, als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Es sei lediglich erwähnt, daß seine Verwendung eine vollkommen selbsttätige und daher keiner Aufsicht bedürftige Ladung der Batterie ermöglicht. Er erspart erhebliche Bedienungskosten und trägt vor allen

Dingen in hohem Maße zur Schonung der Batterie bei, weil mit seiner Hilfe die Ladung unabhängig von der Zuverlässigkeit der Bedienungsleute vor sich geht.

Neuzeitliche Ladeanlagen werden im folgenden an zwei Beispielen — bei denen es sich um Fahrzeuge handelt, die in ungefähr gleicher Größe und größerer Zahl beschafft werden bzw. bereits beschafft sind — ausführlicher besprochen. Die beschriebenen Anlagen eignen sich natürlich auch in dieser oder anderer Größe zum Laden von allen möglichen anderen Fahrzeugbatterien und sind dafür schon vielfach zur Anwendung gekommen. Da der Gleichstrom durch Drehstrom immer mehr verdrängt wird und heute fast überall niedrig

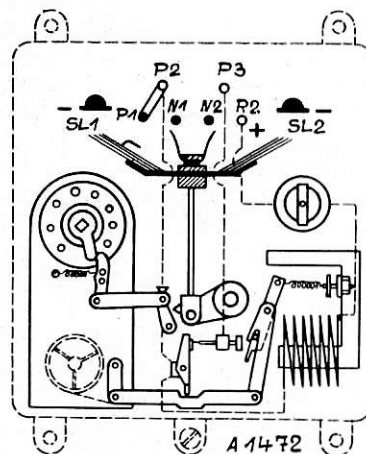


Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau des selbsttätigen Ladeschalters System Pöhler.

gespannter Drehstrom für die Ladung von Fahrzeugbatterien zur Verfügung steht, sollen sich die Ausführungen auf Ladeeinrichtungen für Ladung von solchem Drehstromnetz beschränken.

Als Beispiel sei in erster Linie eine Ladeeinrichtung für eine mittelgroße Lokomotivbatterie von 108 Elementen mit einer dreistündigen Kapazität von 168 Ah, die mit positiven Groboberflächenplatten ausgerüstet ist, gewählt. Diese Batterie findet in den neuen „Kleinlokomotiven für Unterwegsbahnhöfe“ der Deutschen Reichsbahn Verwendung*). Es handelt sich bei dieser Kleinlokomotive um ein Fahrzeug, das erhöhte Beachtung verdient, einerseits, weil die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft plant, es für die Umstellung des Güterbetriebes in größerem Maßstab zu verwenden und andererseits, weil diese Lokomotivgröße für mittelgroße Werk-Gleisanschlußbetriebe besonders brauchbar ist. Deshalb ist es wohl

*) „Fortschritte im Kleingleichrichterbau“ von A. Schellenberger, AEG-Mitt., Heft 3, 1932.

***) „Batterieladung und Pflege durch neuzeitliche Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter“ von Dr. W. Germershausen, Elektrotechn. Z., 1930, Nr. 36.

*) „Die Akkumulator-Lokomotive als Kleinlokomotive für Unterwegsbahnhöfe“ von Dipl. Ing. K. Wilh. Landmann, Glasers Ann., 1931, Band 109, Nr. 130.

angebracht, auch die Ladeeinrichtung für die Batterien dieser Fahrzeuge eingehender zu behandeln, zumal die Verhältnisse, unter denen die Lokomotiven in beiden Fällen zu arbeiten haben, ganz ähnliche sind.

Als ebenso wichtige Fahrzeuge müssen die Akkumulator-Kleinkraftwagen (Bahnmeisterwagen) für Oberbau-Unterhaltung angesprochen werden, welche die Deutsche Reichsbahn schon in großer Zahl mit bemerkenswertem Erfolg seit mehreren Jahren verwendet*). Für diese Bahnmeisterwagen bevorzugt man aber die Gitterplattenbatterien und zwar ist dafür eine Batterie von 40 Zellen mit 252 Ah dreistündig in der Hauptsache bisher zur Anwendung gelangt. Auch Ladeeinrichtungen für diese Batterien bzw. Fahrzeuge sollen daher in die Betrachtung einbezogen werden.

Allgemeine Gesichtspunkte für die Bemessung der Ladeanlage.

Es ist bei der Wahl einer Ladeanlage zu beachten, daß für ihre Bemessung insofern verschiedene Gesichtspunkte maßgebend sind als für Batterien mit Großoberflächenplatten (GO) ein höherer Ladestrom während der Gasentwicklung, also auch am Schluß der Ladung, zulässig ist als für Gitterplattenbatterien (Gi). Bei eintretender Gasentwicklung soll bei GO-Batterien der Ladestrom auf etwa 50% des normalen Ladestromes herabgesetzt werden, während er bei Gi-Batterien nur etwa 30% des an sich schon niedrigeren Normal-Ladestromes betragen darf, da andernfalls die Batterie Schaden leiden könnte. Hohe Ströme nach Eintreten der Gasentwicklung sind auch abgesehen davon, daß sie die Batterie schädigen und zu vorzeitigem Verschleiß der Platten führen, deshalb zu vermeiden, weil das Mehr an Strom lediglich zur Spaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff verwandt wird und unnötig Strom vergeudet würde. Die Herabsetzung des Stromes nach Eintreten der Gasentwicklung ist aber auch bei GO-Batterien dann erforderlich, wenn die Ladung mit höherem Strom als dem normalen begonnen wird. Sowohl GO-Batterien wie Gi-Batterien dürfen anfangs auch mit stärkeren Strömen geladen werden, sofern man nur zuverlässig dafür sorgt, daß bei Beginn der Gasentwicklung der Strom auf das zulässige Maß vermindert wird.

Beachtet muß auch werden, daß eine Ladeeinrichtung nur für eine bestimmte Zellenzahl brauchbar ist.

Für die Größe der Ladeeinrichtung sind nicht nur die Größe der Batterie, sondern auch die jeweils vorliegenden Verhältnisse zu berücksichtigen. Wenn die ganze Nacht zum Laden zur Verfügung steht und ein Nachladen der Batterie tagsüber in Betriebspausen nicht in Frage kommt, dann kann die Ladeeinrichtung klein und billig gehalten werden. Soll aber tagsüber in Betriebspausen nachgeladen werden und ist häufig mit nur kurzen Pausen zu rechnen, wird man eine größere Ladeeinrichtung vorziehen, die es ermöglicht, in verhältnismäßig kurzer Zeit viel Energie wieder in die Batterie einzuladen. Erstere Einrichtung kommt für die Bahnmeisterwagen in Betracht, da die Batterien derselben eine verhältnismäßig große Kapazität mit Rücksicht auf einen unter Umständen erforderlich werdenden großen Fahrbereich haben. Für die Kleinlokomotiven wird es in bestimmten Fällen wünschenswert sein, während der Betriebspausen am Tage kurzfristig große Energiemengen einladen zu können, da die Beanspruchung der Kleinlokomotive erfahrungsgemäß stark wechselt, die Betriebspausen häufig nur kurz sind und man aus wirtschaftlichen Gründen die Batterie zweckmäßigerweise nicht so groß wählt, daß sie den größten Beanspruchungen

gewachsen ist. Laden mit großen Anfangsströmen verteuert die Ladeeinrichtung sehr erheblich, zumal wenn — wie in diesem Falle angenommen — die Einrichtung nur für Ladung einer Fahrzeugbatterie benutzt wird. Man muß sich deswegen reiflich überlegen, ob das Bedürfnis dafür vorhanden ist. Auf diesen Punkt wird noch besonders eingegangen werden. Wird die Ladeanlage dadurch in der Anschaffung so teuer, daß ihr Preis nicht mehr im Verhältnis zu dem des Fahrzeuges steht, ist es unter Umständen richtiger, lieber eine größere Batterie zu wählen, die Nachladungen während der Betriebspausen nicht nötig hat und für deren Ladung mit kleineren Anlagen nachts genügend Zeit zur Verfügung steht. Man wird dies um so eher tun, als der Nachtstrom in vielen Fällen billiger zu haben ist als Tagstrom, wengleich letzterer vielfach auch zu gewissen Tagesstunden von manchem Werk billiger abgegeben wird.

Ladeeinrichtung für die Kleinlokomotive der DRG mit AFA GO-Batterie von 108 Zellen 8 GO 39 oder 3 J 100 mit einer Kapazität von 27,5 kWh fünfständig.

Abb. 2 zeigt das Äußere eines neuzeitlichen selbsttätigen 60 A-Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichters mit Pöhlerschalter.

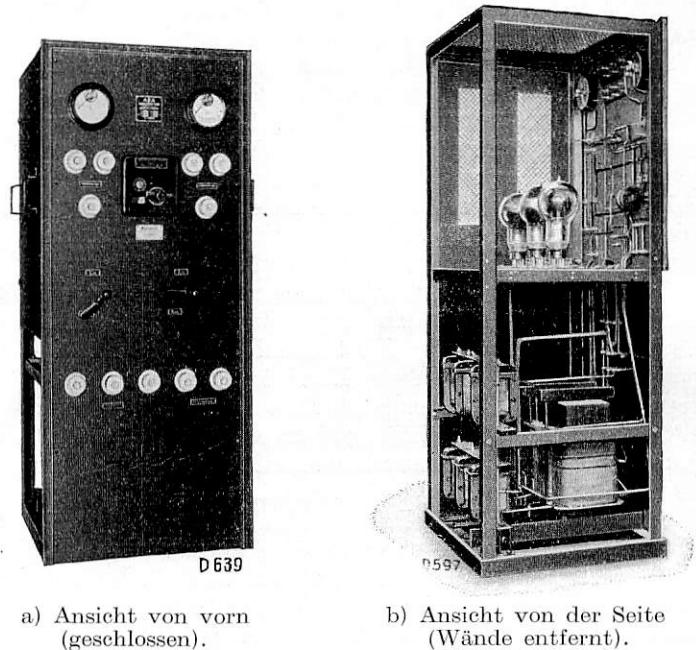


Abb. 2. Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter für 60 Amp. mit selbsttätiger Regulierung und Abschaltung in dreiphasigem Anschluß an Drehstromnetze.

Das schrankartige, ringsum mit Blech bekleidete Gerüst mit versenkten Zeigern und Schaltern läßt sich ohne Schwierigkeit überall aufstellen, da es keinerlei Fundamente bedarf. Die drei Glühkathodenröhren, der Transformator und die Drosselspulen sind auf Abb. 2b zu erkennen. Die grundsätzliche Schaltung einer solchen Anlage für die übliche Ladung von GO-Batterien ist in Abb. 3 wiedergegeben. Die Schaltung eines Quecksilberdampf-Gleichrichters gleicher Größe mit Pöhlerschalter zeigt die Abb. 4

Wird die Ladung einer mit 100% entladenen Batterie mit einem Strom von 60 A begonnen, so sinkt dieser Strom durch die wachsende Gegenspannung der angeschlossenen Batterie nach Maßgabe der vorgeschalteten Regeldrosselspulen allmählich auf das zulässige Maß bei Beginn der Gasentwicklung herab, wobei die Spannung der Zelle auf 2,4 Volt und die der ganzen Batterie von 108 Zellen auf 260 Volt angewachsen ist. Dann spricht das Relais des Pöhlerschalters an und begrenzt die Ladung durch den Ablauf der eingestellten Uhrlaufzeit. Kurve a in Abb. 5 zeigt den Verlauf der Ladung unter diesen

*) „Herstellung und Verwendung elektrischer Akkumulatoren unter besonderer Berücksichtigung elektrischer Fahrzeuge“. Vortrag von Dipl. Ing. Rud. Winckler vor der D. M. G. mit anschließenden Äußerungen über den Bahnmeisterwagen von Herrn Oberbaurat Haas, Glasers Ann. 1929, Band 104, Nr. 1240 u. 1243.

Verhältnissen. Wie weiter aus der Kurve entnommen werden kann, ist man mit dieser Gleichrichtergröße imstande, in einer Betriebspause von einer Stunde 31% und in einer zweistündigen Pause 60% und bis Beginn der Gasentwicklung, also etwa drei Stunden, 85% der vorher entnommenen Kapazität wieder einzuladen. In fünf Stunden ist die Batterie wieder vollgeladen.

Trotzdem diese Gleichrichtergröße nur für den normalen Ladestrom bemessen ist, läßt sich mit ihr eine erhebliche Kapazitätsmenge in verhältnismäßig kurzen Pausen wieder einladen. Sie dürfte damit für die meisten Betriebsverhältnisse, unter denen die Kleinlokomotiven zu arbeiten haben, vollkommen ausreichen, zumal sich eine im Verhältnis 8:5 kleinere Batterie, die in den ersten Kleinlokomotiven eingebaut war,

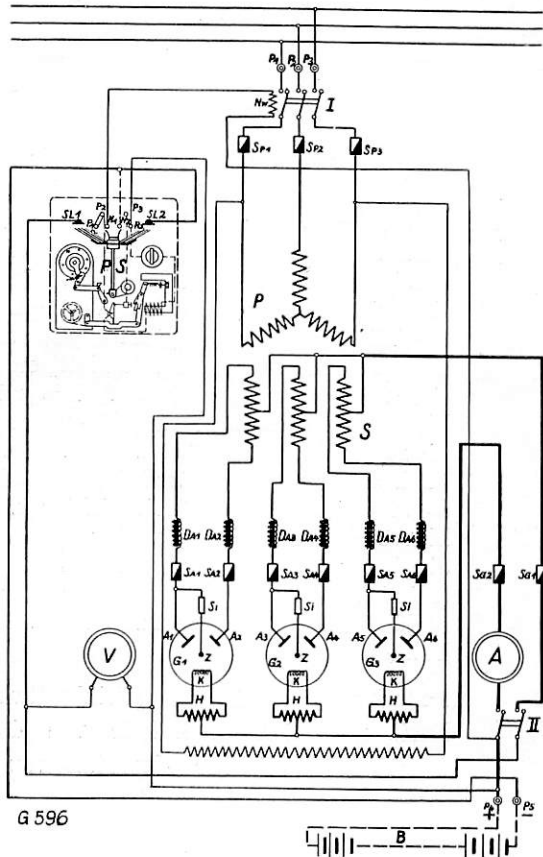


Abb. 3. Schaltbild einer selbsttätigen Ladeeinrichtung mit Glühkathoden-Röhren und Pöhler-Schalter in dreiphasigem Anschluß an Drehstromnetze.

mehrererorts als genügend groß erwies. Kurve b veranschaulicht die Ladung mit einem 40 A-Gleichrichter, Kurve c die mit einem 30 A-Gleichrichter gleicher Bauart. Auch mit einem 40 A-Gleichrichter lassen sich, wie die Kurve b zeigt, in einer Stunde noch 23%, in zwei Stunden 40% Kapazität einladen, während bis zu Beginn der Gasentwicklung in einer Zeit von fünf Stunden wieder 74% eingeladen werden können. In vielen Fällen mag auch dieser Gleichrichter noch genügend groß sein, während der 30 A-Gleichrichter mit der Ladekurve c für Kleinlokomotiven, wenn überhaupt Nachladungen in Pausen nötig sind, nicht mehr in Betracht kommt. Für die Hauptladung des Nachts dürfte er allerdings genügen; denn er benötigt zur vollkommenen Aufladung der Batterie neun Stunden, die nachts zur Verfügung stehen werden.

Es besteht nun durch die Wahl geeigneter Regeldrossel­spulen beim 60 A-Gleichrichter auch die Möglichkeit, den Strom bis Eintritt der Gasentwicklung höher zu halten. Da bei dieser Ladeart aber der Strom bei Beginn der Gasentwicklung noch unzulässig hoch ist, muß der Gleichrichter die

Möglichkeit geben, in diesem Punkt die Stromstärke zu verringern. Das geschieht mittels zusätzlicher Drosselspulen in Anordnung, wie sie z. B. das Schaltungsschema unter Abb. 6 zeigt. Dadurch verteuert sich naturgemäß die Ladeeinrichtung, während der erreichte Vorteil unerheblich ist. Ein 60 A-Gleichrichter mit dieser Zusatzeinrichtung wird sich also zum Laden der Kleinlokomotive nicht empfehlen.

Soll von der vorerwähnten Möglichkeit, die Ladung mit wesentlich höherem als dem normalen Ladestrom zu beginnen, Gebrauch gemacht werden, dann muß natürlich die ganze Anlage entsprechend größer bemessen und daher teurer sein. In diesem Falle ist die Herabsetzung der Stromstärke bei Beginn der Gasentwicklung noch dringender erforderlich als im vorbesprochenen. Die Ladung mit einem 100 und 150 A-Gleichrichter zeigen die Kurven d und e in Abb. 5. Mit dem 100 A-Gleichrichter lassen sich 51% der vorher entnommenen Kapazität schon in einer Stunde wieder in die Batterie hinein-

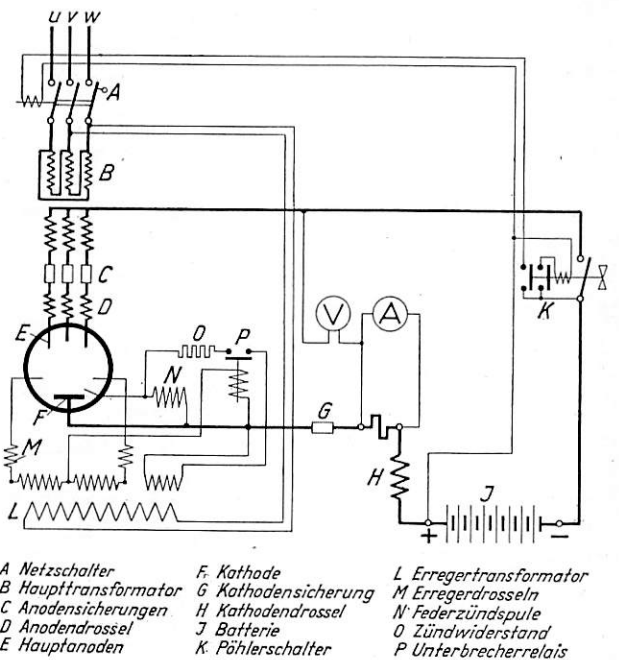


Abb. 4. Schaltbild einer selbsttätigen Ladeeinrichtung mit Quecksilberdampf-Röhre und Pöhlerschalter für Ladung von Großoberflächen- und Gitterplatten-Batterien in dreiphasigem Anschluß an Drehstromnetze.

bringen, während mit dem 150 A-Gleichrichter sogar schon 70% nach einer Stunde wieder eingeladen sind. In zwei Stunden kann trotz der verschiedenen Größe beider Gleichrichter mit beiden die Kapazität auf 90% gebracht werden.

So bestehend diese Möglichkeit der Ladung mit stärkerem Anfangsstrom ist (noch rascher läßt sich eine Batterie aufladen, wenn mit großen Strömen bei unveränderlich gehaltener Spannung von etwa 2,5 V geladen wird, jedoch trifft hierbei das im folgenden Gesagte in noch höherem Maße zu), der auch der Batterie, wie bereits erwähnt, nichts schaden würde, so hat sie doch den großen Nachteil, eine erheblich teurere Ladeeinrichtung zu bedingen. Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter mit drei Röhren und Quecksilberdampf-Gleichrichter ohne Lüftung werden z. Z. nur für Stromstärken bis zu 60 A geliefert. Beim Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter würde man bei Stromstärken über 60 A bis zu 120 A z. Z. noch sechs Ventilröhren benötigen. Größere Quecksilberdampf-Gleichrichter werden mit Lüftern serienmäßig hergestellt. Größere Gleichrichter sind aber naturgemäß teurer. Für den Fall, daß die Ladeeinrichtung zu teuer wird, dürfte es, wie bereits unter „Allgemeine Gesichtspunkte für die Bemessung der Ladeanlage“ gesagt wurde, zweckmäßiger sein, das Mehr an Auf-

wendungen auf die Vergrößerung der Batterie und die dadurch gegebenenfalls erforderliche stärkere Ausführung des wagenbaulichen Teils des Fahrzeuges zu verwenden. Das ist unter Umständen billiger und erspart eine Nachladung in Pausen überhaupt. Der höhere Preis des Gleichrichters ist aber nicht allein hierbei zu berücksichtigen, auch die Leitungen zum Gleichrichter und die weiter unten erwähnten Leitungen zu Anschlüssen auf dem Bahnhof und diese selbst müssen entsprechend stärker bemessen und teurer sein. Ja, wenn das

Hauptbetriebsstunden, in denen Nachladungen in Frage kommen können, dauernd eingeschaltet zu lassen. Der Leerlauf beeinträchtigt die Lebensdauer der Gleichrichter in keiner Weise. Der Lokomotivführer kann dann jederzeit das Laden an einer der Anschlußstellen der Gleisanlage vornehmen, ohne vorher den Wärter der entfernt stehenden Ladeanlage verständigt zu haben. Auf diese Weise ist man bezüglich der Anordnung der Hilfsladungsdosen auf dem Bahnhof in jeder Beziehung unabhängig. Für die Nachladung ist zu beachten,

daß es im allgemeinen zweckmäßig ist, nur bis zur Gasentwicklung zu laden. Dadurch werden die Platten der Batterie geschont, dann aber auch an Strom gespart, da jegliche Art von Gasentwicklung gleichbedeutend mit Stromverlust ist. Zudem verlangt das Laden in die Gasentwicklung Öffnung der Batteriedeckel, damit die Ladegase bequem abziehen können. Das wird in den meisten Fällen unbequem und häufig auch, wenn die Lokomotive frei steht, gar nicht möglich sein. Deshalb empfiehlt sich, in der Ladeanlage eine Einrichtung zu schaffen, welche die Batterie bei Eintritt der Gasspannung selbsttätig abschaltet, vielleicht auch ein Signal betätigt, welches dem Führer anzeigt, daß die Batterie mit rund 80% der Kapazität wieder zu seiner Verfügung steht.

Die Hauptladung legt man, wenn zugänglich, auf die Nachtstunden, um den billigeren Nachtstrom auszunutzen zu können. Die nächtliche Hauptladung muß natürlich ordnungsgemäß bis zu Ende durchgeführt werden. Hierbei tritt der Pöhlerschalter in Tätigkeit, der die Batterie, wenn mit dem 60 A-Gleichrichter z. B. nach Kurve a geladen wird, nach rund 5 Stunden abschaltet. Für die nächtliche Ladung braucht lediglich eingeschaltet zu werden, für die zuverlässige Vollladung sorgt allein der selbsttätige Pöhlerschalter.

Ladeeinrichtung für den Kleinkraftwagen der DRG mit AFA Gi-Batterie von 40 Zellen 8 Ky 225 mit einer Kapazität von 24kWh fünfständig.

Zum Laden dieser Batterie kommt man mit einem kleineren Oxyd-Glühkathoden- oder Quecksilberdampf-Gleichrichter, der mit einem Pöhlerschalter versehen ist, aus. Wie bereits erwähnt, liegt für dieses Fahrzeug das Bedürfnis einer Nachladung tagsüber in Betriebspausen im allgemeinen nicht vor. Eine Vollladung während der Nacht mit billigem Nachtstrom reicht für mindestens einen Tagesbetrieb aus. Während der Nacht steht reichlich Zeit für

die Ladung zur Verfügung. Für die Gi-Batterien, mit denen die Kleinkraftwagen ausgerüstet sind, kommen geringere Ladeströme als für die GO-Batterien in Frage. Der normale Ladestrom dieser Batterie ist 51 A nach Liste der AFA. Er soll bei Eintritt der Gasentwicklung nur noch 26 A betragen und auf 13 A fallen. Nach Kurve a in Abb. 7 dauert bei dem 30 A-Gleichrichter die Ladezeit 11,5 Stunden. Eine Herabsetzung der Stromstärke bei Beginn der Gasentwicklung ist nicht erforderlich, da die Stromstärke, wie die Kurve a zeigt, ohne diese Maßnahme die zulässige Grenze erreicht. Diese Ladezeit dürfte in manchen Fällen zur Verfügung stehen. In der Regel wird sie das aber nicht tun. Dann muß die Ladung mit höherem Strom begonnen werden, es ist ein größerer Gleichrichter erforderlich, bei dem sich aber

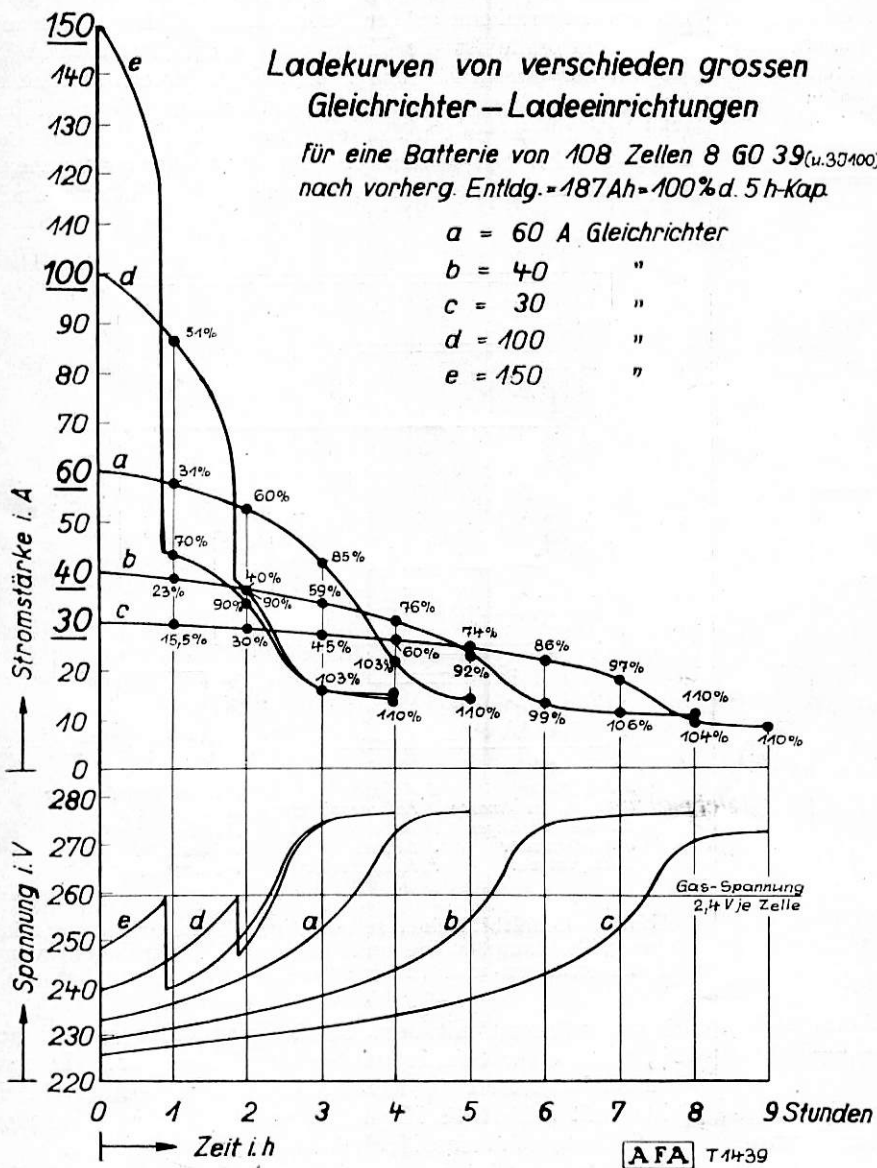


Abb. 5.

Gleichstromnetz nicht groß genug ist, machen sich auch so hohe Ströme im Netz selbst unangenehm bemerkbar. Diese Gesichtspunkte müssen reiflich überlegt werden, bevor man sich zur Aufstellung größerer Gleichrichter entschließt.

Für die Nachladung in Betriebspausen wird zweckmäßig eine Lademöglichkeit auf der Gleisanlage geschaffen, wenn nicht die Hauptladeeinrichtung bequem und rasch zur Nachladung erreicht werden kann. Es dürfte genügen, an geeigneter Stelle eine oder mehrere Steckdosen anzubringen, in welchen das auf den Lokomotiven mitgeführte Ladekabel eingestöpselt wird. Sowohl die Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter wie die Quecksilberdampf-Gleichrichter haben so geringe, für den Strombedarf gar nicht ins Gewicht fallende Leerlaufverluste, daß es im allgemeinen ratsam ist, die Gleichrichter für die

auch die vorerwähnte Einrichtung zur Herabsetzung des Stromes bei Beginn der Gasentwicklung durch vorgeschaltete Drosselspulen noch nicht notwendig macht. Kurve b in Abb. 7 zeigt den Verlauf der Ladung mit einem 40 A-Oxyd-Glühkathoden-Gleichrichter zum dreiphasigen Anschluß an ein Drehstromnetz gebräuchlicher Spannungslage mit 50 bis 60 Perioden. Die Ladung kann mit Hilfe dieses Gleichrichters, wie die Kennlinie Kurve b erkennen läßt, in 9½ Stunden erledigt werden. Diese Zeit wird nachts meist zur Verfügung stehen, so daß der verhältnismäßig kleine 40 A-Gleichrichter für die Ladung von Bahnmeisterwagen in den meisten Fällen der geeignetste sein dürfte. Ein 60 A-Gleichrichter kommt nur dann in Betracht, wenn die Ladezeit noch mehr abgekürzt werden muß. Dieser Fall wird aber selten auftreten. Der Verlauf der Ladung erfolgt dann nach Kurve c. Bei Eintritt der Gasentwicklung wird hierbei der Strom auf die nach Gasung zulässige Höhe herabgesetzt.

Abschließende Bemerkungen.

Ladeeinrichtungen mit Maschinen werden für die besprochenen Verhältnisse kaum noch verwendet, da sie mehr Bedienung verlangen. Bei Ladung von Gleichstromnetzen wird im allgemeinen mit konstanter Spannung geladen, auch wenn Einzelmaschinen zur Ladung verwendet werden. Mit Rücksicht auf die Forderung der selbsttätigen Ladung werden unveränderliche Vorschaltwiderstände verwendet, deren Spannungsabfall, entsprechend der abnehmenden Stromaufnahme der Batterie, sich selbsttätig ermäßigt und dadurch die Ladenspannung zu Ende der Ladung erforderungsgemäß erhöht.

Für alle Ladeeinrichtungen ist aber der Pöhlerschalter nicht zu entbehren, wenn die Ladung in einwandfreier Weise vollkommen selbsttätig durchgeführt werden soll. Für alle vorkommenden Zwecke sind geeignete Schaltungsarten entwickelt, z. B. auch die, welche die Möglichkeit gibt, unter

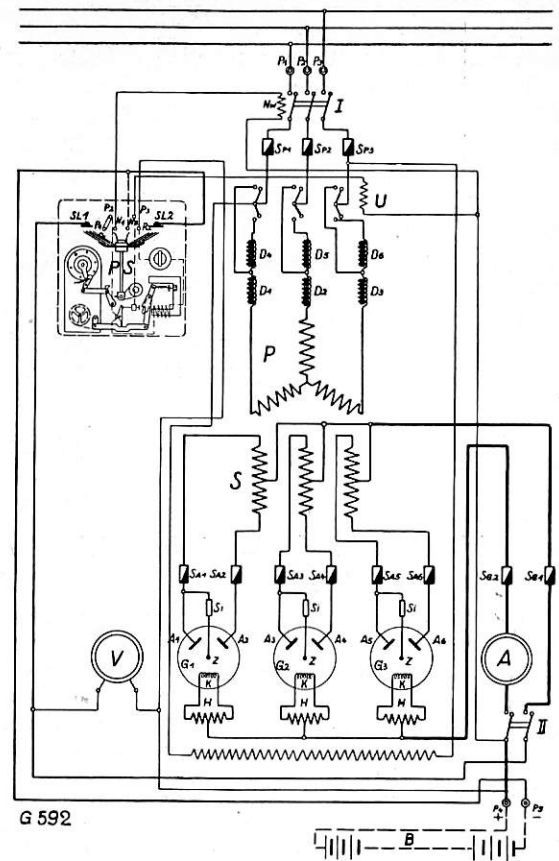


Abb. 6. Schaltbild einer selbsttätigen Ladeeinrichtung mit Glühkathoden-Röhren und Pöhlerschalter sowie vorgeschalteten Drosselspulen zur Herabsetzung der Stromstärke in dreiphasigem Anschluß an Drehstromnetze.

Ladepkurven von verschieden grossen Gleichrichter-Ladeeinrichtungen

für eine Batterie von 108 Zellen 8 Ky 225 nach vorherg. Entldg. = 256 Ah = 80% d. 5 h-Kap.

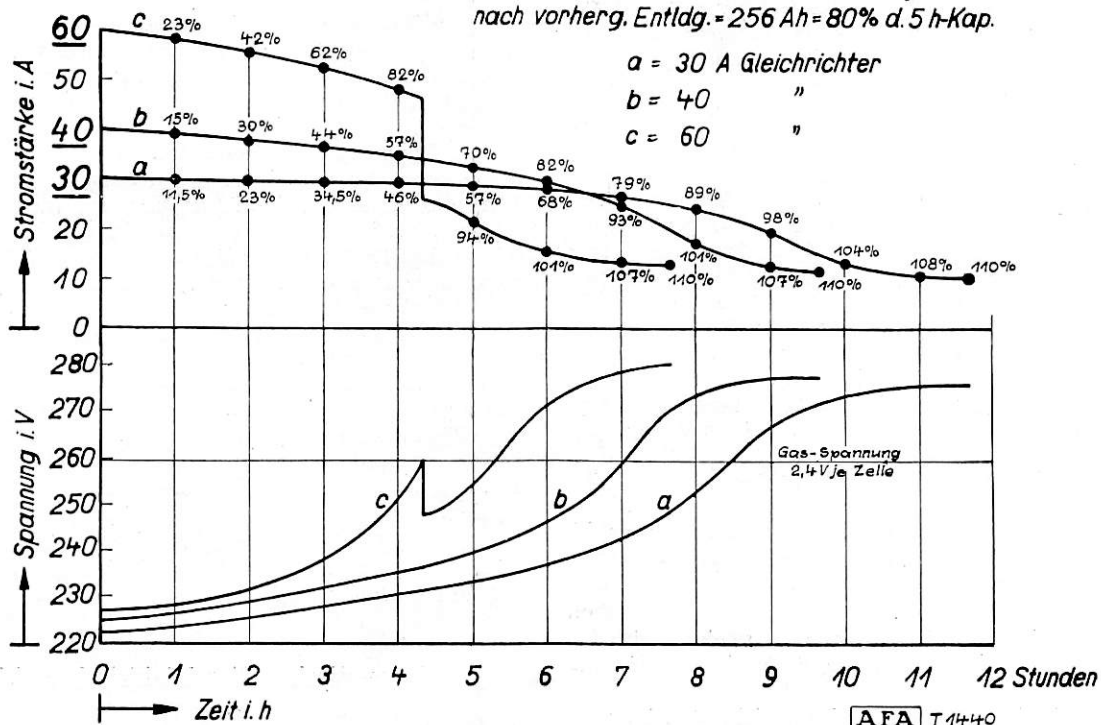


Abb. 7.

Verwendung von zwei Pöhlerschaltern zwei Batterien selbsttätig nacheinander zu laden.

Es stehen also für alle nur möglichen Fälle heute neuzeitliche Einrichtungen für die Ladung von Fahrzeugbatterien zur Verfügung, welche in vollkommenster Weise ausgestattet sind, dem Batteriebesitzer jegliche Bedienung für die normale Ladung ersparen, dabei die Batterien in schonendster Weise behandeln, wenig Verluste bedingen und somit die Ladung sehr vereinfachen und verbilligen. Die Gleichrichter, die ja nur die Abmessungen eines mittelgroßen Schrankes haben und kein Fundament benötigen, lassen sich auch leicht aufstellen und wieder entfernen, sodaß sie auch den Wechsel des Standortes des Fahrzeuges nicht erschweren, sofern dieselbe Ladestromart zur Verfügung steht. Es ist daher

irrig anzunehmen, daß die Notwendigkeit einer Ladeeinrichtung ein bemerkenswerter Nachteil der Akkumulator-Schienenfahrzeuge sei. Wenn sie auch den Preis des Fahrzeuges und damit den Kapitaldienst unter Umständen erhöht, so hat doch das Speicherfahrzeug selbst neben seinen sonstigen Vorzügen (siehe Witte: Die konstruktiven Grundlagen der Kleinlokomotive) so große, heute wohl allgemein anerkannte, wirtschaftliche — vor allem bedingt durch immer gleichbleibende vorausberechenbare und sich in mäßigen Grenzen haltende Instandsetzungskosten — und ist den Verbrennungsmotorfahrzeugen an Lebensdauer so überlegen, daß seine Wirtschaftlichkeit auch dadurch gegenüber derjenigen von Verbrennungsmotorfahrzeugen nicht beeinträchtigt wird.

Rundschau.

Lokomotiven und Wagen.

Neue Triebwagen bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

In der „Reichsbahn“, Heft 1 von 1932 gibt Reichsbahndirektor Fuchs einen Überblick über die neu entwickelten Leichttriebswagen. — Bei den 60 bisher gebauten Öltriebswagen (hiervon drei im Güterverkehr) wurde das Augenmerk darauf gerichtet, daß die Wagen bei stärkerem Andrang einen oder mehrere Personenwagen der normalen Bauart als Anhänger befördern können. Sie erhielten daher einen entsprechenden widerstandsfähigen Unterbau, gleiche Bremsen und Zug- und Stoßvorrichtungen und sind daher entsprechend schwer, namentlich im Verhältnis zur Leistung der Motoren, so daß die Anfahrbeschleunigung verhältnismäßig gering ist. Nachdem jedoch in neuerer Zeit wesentliche Fortschritte in der Leichtbauweise erzielt wurden und auch leichtere Fahrzeugmotoren entwickelt wurden, hat die Deutsche Reichsbahn im Benehmen mit den Wagenbauanstalten den Bau von Leichttriebwagen in die Wege geleitet.

Einer Überlastung der Triebwagen durch Anhänger, die im Betriebe immer wieder versucht wird, wurde dadurch vorgebeugt, daß die neuen Wagen eine Zweikammerluftdruckbremse mit engerer Bremsleitung erhalten, wodurch ein Kuppeln mit der Leitung der übrigen Wagen unmöglich ist. Künftig erhält jeder Triebwagen grundsätzlich nur mehr einen Anhänger. Die Triebwagen erhalten den verminderten Kräften entsprechend auch leichtere Puffer und Zughaken, die aber im Bedarfsfalle ein Abschleppen durch andere Fahrzeuge zulassen.

Im ganzen wurden vier Gruppen von Triebwagen ausgebildet.

Zweiachsige Leichttriebswagen für Nebenbahnen mit kleinem Verkehr mit einer Höchstgeschwindigkeit von 65 km/h. Je drei solcher Wagen sind bei der Görlitzer Waggon- und Maschinenbau A. G. mit 100 PS-Maybach-Benzolmotor und Mylius-Getriebe und bei der Triebwagenbau-Aktiengesellschaft Berlin („Tag“) mit 130 PS-Vomag-Benzolmotoren und „Tag“-Getriebe geliefert worden*). Versuchsweise werden zwei Leichtdieseltriebswagen der Vereinigten Westdeutschen Waggonfabriken mit einem 120 PS Daimler-Benz-Dieselmotor und mit elektrischer Übertragung der Siemens-Schuckert-Werke nach dem Gebus-System in Betrieb genommen. Die Wagen haben 43 Sitzplätze 3. Klasse und wiegen etwa 12,5 t. Die höchste Fahrgeschwindigkeit ist gleichfalls 65 km/h. Der zugehörige Anhänger hat 44 Sitzplätze 3. Klasse bei rund 10 t Gewicht.

Bei der Firma Henschel wurden auf ihre Anregung hin drei leichte Triebwagen nach der Omnibusbauart in Auftrag gegeben. Die Wagen haben zwei Führerstände, einen 100 PS-Motor und 54 Sitzplätze.

Ein vierachsiger Triebwagen mit einem 175 PS-Sechszylinder-Maybach-Motor und Maybach-Getriebe ist für

*) Die Wagen laufen schon seit mehreren Monaten im regelmäßigen Fahrplan auf den von Passau ausgehenden Nebenstrecken. (Schriftleitung.)

Nebenbahnen mit stärkerem Verkehr bestimmt. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h macht den Wagen auch für eine Verwendung auf Hauptbahnstrecken geeignet. Der Wagen wiegt etwa 31,5 t und enthält acht Plätze 2. Klasse und 55 Plätze 3. Klasse und einen Gepäckraum. Den wagenbaulichen Teil entwarf die Waggon- und Maschinenbau A. G. Görlitz, bei der auch drei solcher Wagen in Bau sind. Zwei Wagen werden von der Eisenbahn-Verkehrsmittel A. G. Wismar geliefert. Der zugehörige Anhänger hat 90 Sitzplätze 3. Klasse und wiegt rund 17 t.

Für Hauptbahnen hat die Verkehrsmittel A. G. drei Triebwagen in Auftrag erhalten. Sie sind vierachsiger und mit einem 410 PS-Dieselmotor der Maybach-Motorenbau-Gesellschaft Friedrichshafen ausgerüstet, der mit der Dynamomaschine in einem der Drehgestelle gelagert ist. Angetrieben werden die Achsen des anderen Drehgestells durch je einen Tatzenlager-Elektromotor. Der erste dieser Wagen wird bereits ausgeprobt. Die Fahrgeschwindigkeit ist 90 km/h. Der Wagen hat 16 Sitzplätze 2. Klasse, 56 Plätze 3. Klasse und einen Gepäckraum. Gewicht 50 t. Künftig soll durch Verwendung leichterer Wagenkasten das Gewicht um 5 t verringert werden.

Neben diesen Wagen werden bei der Triebwagenbau-Aktiengesellschaft Berlin weitere drei Vierachser mit 300 PS-Motoren und elektrischer Übertragung, System Lemp, durchgebildet.

Auf Strecken, die sich für Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit eignen, soll ein Schnelltriebwagen erprobt werden, der auf wagrechter Strecke selbst bei starkem Gegen- und Seitenwind dauernd 150 km/h halten kann. Dieser 42 m lange Triebwagen ist als Doppelwagen ausgebildet. Die durch einen Faltenbalg verbundenen Wagenhälften ruhen auf je einem Drehgestell mit 3,5 m Achsstand und sind in der Mitte auf einem Jakob-Drehgestell gelagert. In jedem Drehgestell ist ein mit einer Dynamomaschine gekuppelter 410 PS-Maybach-Motor eingebaut. Die mittleren Drehgestellachsen werden durch zwei Tatzenlagermotoren angetrieben. Die elektrische Ausrüstung ist Gebus-System. Durch Anblasen entsprechender Modelle im Windkanal des Zeppelin-Luftschiffbau Friedrichshafen wurde die aerodynamisch günstigste Form ermittelt: niedriger Wagenkasten, glattes, gewölbtes Dach ohne Aufbau und stark gerundete Kopfseiten. Der Wagen hat 102 Plätze 2. Klasse, zwei Aborte und einen Gepäckraum. In der Mitte ist noch ein Erfrischungsraum eingebaut. Der ganze Wagen wiegt etwa 77 t und soll auf der Strecke Berlin—Hamburg in Betrieb genommen werden.

Erwähnt sei noch kurz, daß noch einige Leichttriebswagen mit Dampftrieb der Bauart Doble und mit Ölfeuerung, die sich durch einfachste Bedienung auszeichnen, in Bau sind.

R-r.

Ein englischer dieselektrischer Triebwagen.

In England war gegenüber dem dort weitentwickelten Dampftriebswagen bis in die jüngste Zeit der Motortriebswagen in Rückstand geraten: Einige wenige Bauarten solcher Wagen mit

Vergasermotoren konnten sich der höheren Betriebskosten wegen nicht recht einführen, und ein dieselelektrischer Triebwagen ist erst jetzt neu geschaffen worden. Eigentümlicherweise hat es an einer englischen Motorkonstruktion für diesen besonderen Verwendungszweck derart gemangelt, daß erst durch eine Lizenz der schweizerischen Bauart Winterthur, die jetzt durch Armstrong, Whitworth und Co. in Newcastle on Tyne reihenweise hergestellt wird, diese Möglichkeit geschaffen wurde. In Zusammenarbeit mit den vier großen englischen Eisenbahngesellschaften wurde eine Bauart eines dieselelektrischen Triebwagens geschaffen, die als für die englischen Verhältnisse besonders günstig und kennzeichnend angesehen werden darf. Um die Möglichkeit der Mitführung von Anhängewagen offen zu halten und die Motorbelastung im normalen Betriebe mit einer genügenden Reserve unter der Höchstleistung zu halten, wurde eine Motorleistung von 250 PS gewählt. Die für den elektrischen Teil vorgesehene Vielfachsteuerung gestattet in Zeiten starken Verkehrs die Zusammenstellung mehrerer solcher Wagen zu Zügen, die nur von einem Führer bedient werden. Bei einer Länge des Wagenkastens von 18 m weist der Triebwagen außer einem 1,8 m langen Gepäckabteil 60 Sitzplätze auf, ein leichter Anhänger, der besetzt 27 t wiegt, 90 Sitzplätze. Mit dieser Last erreicht der Triebwagen auf ebener Strecke eine Geschwindigkeit bis zu 80 km/h, je nach der Wahl des Übersetzungsverhältnisses zwischen den Achsmotoren und den Achsen, die nach den Streckenverhältnissen verschieden gewählt wird. Der Wagenkasten ist ganz in Stahl ausgeführt; sein Leergewicht beträgt 42,5 t. Mit 60 Fahrgästen und 1 t Gepäck beträgt das Dienstgewicht rund 48 t. Die Lager sind mit Isothermos-Achsbüchsen ausgerüstet. Der Wagen hat an jedem Ende einen Führerstand. Die Heizung der Fahrgastabteile erfolgt elektrisch. Das Dach des Maschinenraums kann abgenommen werden, so daß der Maschinensatz leicht durch einen Kran ausgebaut werden kann. Hierzu brauchen nur fünf Rohrleitungen getrennt zu werden; alle elektrischen Verbindungen haben trennbare Kupplungen. Für den Motor sind selbsttätige Überwachungseinrichtungen vorhanden, die ihn beim Fehlen von Kühlwasser oder Schmieröl ausschalten. Er wird durch den Generator mit Hilfe einer besonderen Anlaßbatterie angefahren. Da der Motor beim Halten des Wagens oder im Gefälle regelmäßig stillgesetzt werden soll, wird die Wasserpumpe zu den auf dem Dache liegenden Kühlern und die unlaufende Luftsaugpumpe für die Vakuumbremse elektrisch von der Batterie aus angetrieben. Wenn aus irgend einem Grunde ein Zylinder des Motors aussetzt, wird selbsttätig die Steuerung derart verstellt, daß keine Überlastung der anderen Zylinder eintritt. Bei den Versuchsfahrten auf den Strecken Newcastle-on-Tyne—Blackhill und Blackhill—Durham wurden Höchstgeschwindigkeiten von 105 km/h bei ruhigem Laufe erreicht.

(Modern Transport 1931.)

G—r.

Schienenomnibus in England.

Die englische Great Western Eisenbahngesellschaft hat Versuche mit einem neuen Schienenomnibus der Hardy Motors-Gesellschaft zwischen Slough und Readings unternommen. Der Wagen ist in ähnlicher Weise wie die Schienen-Kraftwagen der Donau-Save-Adriabahn*) äußerlich ganz nach der Art des modernen Omnibusbaues durchgebildet: der Führersitz befindet sich unmittelbar neben dem Motor und dieser ist unmittelbar hinter der Vorderwand des Wagens und unter der stark geneigten Windschutzscheibe eingebaut. Zum Antrieb kann entweder ein Sechszylinder-Benzin- oder Dieselmotor von 125 bis 130 PS Leistung benutzt werden. Der Wagen hat nur einen Führerstand; er ist daher auf Strecken angewiesen, bei denen an den Endstationen Drehscheiben, wenn auch nur einfache durch Hand betätigte, vorhanden sind oder Schleifen zum Kehren. Eine schwerere Type mit Führerständen an beiden Enden hat Antrieb auf beide Achsen und ist vornehmlich auf solchen Strecken zu verwenden, die wegen größerer Steigungen die Ausnutzung des vollen Gewichtes als Reibungsgewicht erfordern. Bei größerem Verkehr kann der kleinere Wagen aber auch einen nach gleichen Grundsätzen gebauten leichten Anhängewagen mitnehmen. Der Motorwagen hat eine Länge von 8 m, der Anhänger ist noch etwas länger;

*) Siehe Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1926, Heft 2.

die ganze Höhe der Wagen beträgt 2,50 m und die Breite 2,45 m. Der Motorwagen hat 28 Sitzplätze, der Anhänger 32. Das Gewicht des Motorwagens ist 6 t und die Fahrgeschwindigkeit auf ebener Strecke 70 bis 80 km/h; doch wurden bei den Versuchen Geschwindigkeiten bis 95 km/h bei ruhigem Laufe erreicht. Besonders günstig sind durch den verhältnismäßig starken Motor bei geringem Eigengewicht die Anfahrbeschleunigungen; sie betragen im Mittel 0,8 und 0,4 m/sec⁻², gemessen beim vollen Anfahrvorgang aus dem Halten bis auf eine Geschwindigkeit von 20 bzw. 40 km/h. Eine Motorleistung von rund 20 PS/t Eigengewicht rückt dieses Fahrzeug auch hinsichtlich der Fahreigenschaften in die Nähe der Personen-Straßenkraftwagen mittlerer Stärke, während bekanntlich bei den Eisenbahn-Motortriebwagen sonst das hohe Eigengewicht verhältnismäßig geringe Anfahrbeschleunigungen zur Folge hat. Dazu kommt, daß bei den hohen Triebwagengewichten auch die Motorbelastung dauernd sehr hoch liegt, während bei den viel leichteren Schienenomnibussen stets ein erheblicher Leistungsrückhalt vorhanden ist. Dies wirkt sich in einer größeren Lebensdauer und in selteneren Motorschäden aus. Bei Überlastungen des Wagens und auf Steigungen, ferner bei Verspätungen ist es möglich, die Fahrzeit trotzdem einzuhalten und es kann daher der Fahrplan von vornherein knapper gestellt werden. Darin liegt ein betrieblicher Vorteil der leichten Bauweise der Schienenomnibusse. G—r.

(Modern Transport, 1931.)

Benzintriebwagen der norwegischen Staatsbahnen.

Die Norwegischen Staatsbahnen haben durch die Eisenbahnwagenfabrik Skabo in Oslo drei Benzintriebwagen für den Lokalverkehr Bergen—Nesttum bauen lassen. Die Wagen sind vierachsrig und haben über die Puffer eine Länge von 17,3 m und über den Wagenkasten eine solche von 16 m. Der Abstand der Drehzapfen beträgt 12 m, der Achsstand der Drehgestelle 2,1 m. Der Raddurchmesser ist 976 mm und die Breite des Wagens 3,1 m. Das Gewicht des Wagens einschließlich Maschinenausrüstung beträgt 34,5 t, und mit sitzenden und stehenden Fahrgästen besetzt ca. 46 t. Jeder Wagen enthält 66 Sitzplätze und eine sehr große Anzahl Stehplätze und ist mit zwei benzinmechanischen Maschinenanlagen von je 150 PS ausgerüstet, welche von der Triebwagenbau-Aktiengesellschaft Berlin geliefert wurden.

Die Wagen geben eine Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h. Bei 20%/₀₀ Steigung ohne Anhänger beträgt die Geschwindigkeit 60 km/h, und mit einem 31 t-Anhänger 39 km/h. Der Triebwagen kann zwei Anhänger mitnehmen und dabei 250 Fahrgäste befördern. Der Benzinvorrat eines Triebwagens beträgt 480 l; der stündliche Benzinverbrauch bei Höchstleistung ~ 95 l und bei mittlerer Leistung auf horizontaler Strecke und bei 60 Std./km ~ 35 l.

Die Vorzüge des Wagens für Vergnügungsreisen treten besonders hervor, weil er nicht nur die Aussicht nach beiden Längsseiten, sondern auch voraus bietet. Der Wagen durchfuhr die Strecke Oslo—Bergen mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 49,2 km/h. Zetzsche.

Leichtmetall-Schnelltriebwagen in Amerika.

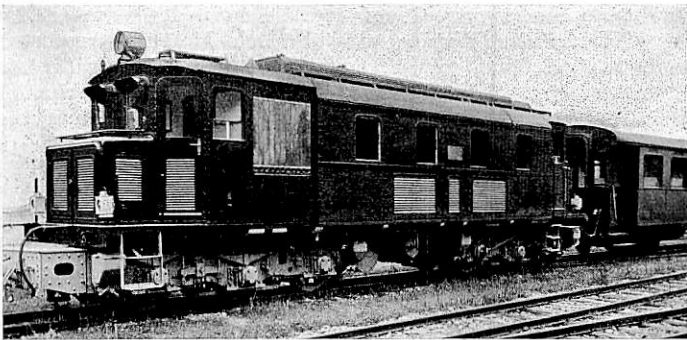
Eine größere Anzahl von Schnelltriebwagen mit besonders weit getriebener Verwendung von Leichtmetallen zur Gewichtsverminderung hat die Indiana Eisenbahn beschafft, um sie auf ihren elektrisch betriebenen Strecken von über 8000 km Gleislänge im Staate Indiana zu verwenden. Sie sollen insbesondere dazu dienen, einen Schnellverkehr zwischen den beiden Städten Fort Wayne und Indianapolis über etwa 200 km sowie Indianapolis und Louisville mit etwa der gleichen Entfernung zu betreiben, bei dem eine Reisegeschwindigkeit von etwa 70 km/h und eine Höchstgeschwindigkeit von 110 km/h erreicht werden soll. Die Wagen erhalten Vielfachsteuerung für Zugbetrieb und eine Tomlinson-Kupplung, die sie elektrisch und mechanisch kuppelt und die Luftleitungen gleichfalls selbsttätig verbindet; auch das Entkuppeln wird durch Druckluft bewirkt. Fährt ein Wagen einzeln, so wird er nur einmännig bedient. Die Wagen haben 40 ledergepolsterte Sessel; eine Anzahl Wagen hat im hinteren Drittel einen Aussichtsraum erhalten. Die elektrische Heizung arbeitet selbsttätig auf eine beliebig einzustellende Temperatur. Die Wagen haben 14 m Länge und ein Leergewicht von 22,6 t; sie

werden angetrieben durch vier 100 PS-600 V-Motoren in zwei Stahlgußdrehgestellen. Die geringe Höhe des Wagenkastens und die gut abgerundeten Außenformen vermindern den Luftwiderstand. Außer der Zug- und Stoßvorrichtung, die den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend aus Stahl besteht, ist der Wagenkasten fast ganz aus Leichtmetall hergestellt. Auch ein großer Teil des Zubehörs, wie der Kompressor, ist unter möglichst weitgehender Verwendung von Leichtmetall in Guß oder Profilen hergestellt. Belastungsversuche mit Durchbiegungsmessungen haben gezeigt, daß sich die Beanspruchungen und Durchbiegungen in den normalen und berechneten Grenzen halten und ausreichende Sicherheit vorhanden ist. Gegenüber einer älteren Bauart beträgt die Gewichtsersparnis 18 t, denn diese wog 41 t. Naturgemäß entfällt nur ein Teil dieser Gewichtsersparnis auf die Rechnung des Leichtmetalls allein, denn auch die elektrische Einrichtung konnte wegen der geringeren erforderlichen Leistung erheblich leichter gehalten werden. Der Zusammenbau erfolgt mit warm geschlagenen Eisennieten, im Gegensatz zu dem in Deutschland üblichen Verfahren, nur Leichtmetallnieten und ein besonderes Nietverfahren für diese zu benutzen. Durch Verwendung von Preßstücken wurde Nietung und Schweißung nach Möglichkeit umgangen.

(Rly. Age, Sept. 1931.)

450-PS-dieselelektrische Lokomotiven für die Siamesischen Staatsbahnen.

Mit einer dieser Lokomotiven*), die als erste von sechs Lokomotiven fertig geworden ist, hatten die Versuchsfahrten auf der Strecke Landquart—Chur—Disentis der Rhätischen Bahn günstigen Erfolg. Es wurden u. a. Beschleunigungsversuche durchgeführt. Der Versuchszug wurde mehrere Male auf einem Teil der Strecke, der 27‰ Steigung aufweist, angehalten und wieder



450-B-dieselelektrische Lokomotive für Siam.

angefahren, wobei die Zeit bis zur Erreichung einer Geschwindigkeit von 30 km/h 30 bis 35 Sek. betrug. Die Strecke, auf der die Anfahrversuche stattfanden, weist mehrere aufeinanderfolgende Kurven von 120 m Halbmesser auf, die wesentlich zur Erhöhung des Widerstandes beitragen.

*) Entwürfe und Motor: Gebr. Sulzer A.-G.; elektrische Ausrüstung: Maschinenfabrik Oerlikon; mechanischer Teil: Henschel & Sohn A.-G.

Die Hauptabmessungen der Lokomotiven (Abb. 1) sind:

Spurweite	1000 mm
Länge über Puffer	13590 „
Abstand der Drehzapfen	7400 „
Radstand der Drehgestelle	3000 „
Anzahl der Triebachsen	4
Anzahl der Laufachsen	2
Dienstgewicht	60 t
Kleinste Adhäsionsgewicht	43 „
Triebraddurchmesser	914 mm
Laufbraddurchmesser	762 „
Dauerleistung des Dieselmotors	
bei 700 U/min	450 PSe
„ 620 „	400 „
„ 530 „	340 „
Größte Fahrgeschwindigkeit	60 km/h

Stundenzugkraft bei
20,5 km/h Geschwindigkeit 4150 kg
Größte Anfahrzugkraft 9400 „

Der Achtzylinder-Viertakt-Dieselmotor besteht aus zwei miteinander verschraubten Blöcken zu je vier Zylindern. Jeder Zylinder mit unmittelbarer Brennstoffeinspritzung nach dem Vorkammerverfahren hat eine eigene Brennstoffpumpe, die sich zwischen den Stoßstangen der Ein- und Auslaßventile befindet und unmittelbar von der Steuerwelle angetrieben wird. Die Brennstoffmenge paßt sich durch den auf gleichbleibende Drehzahl einstellenden Fliehkraftregler selbsttätig der verlangten Leistung an. Setzt während des Betriebs die Zündung in einem oder mehreren Zylindern aus (bei teilweisem Ausbleiben des Brennstoffs), so verteilt sich die Last infolge der Reglerwirkung auf die übrigen Zylinder, die dann stark überlastet werden. Es ist daher im Führerstand ein Anzeiger für die Reglerstellung vorhanden. Der Dieselmotor ist für drei verschiedene Drehzahlen gebaut, die von jedem Führerstand aus beliebig gewählt werden können. Da der Motor während der Fahrt auf Gefällen und während des Haltens jederzeit vom Führerstand aus abgestellt und bei Bedarf in wenigen Sekunden wieder angelassen werden kann, ergeben sich beträchtliche Brennstoffersparnisse gegenüber einem Betrieb mit ununterbrochen laufendem Motor. Dieselmotor und Generator sind starr miteinander gekuppelt. Der Hilfs-generator, der den Strom für die Hilfsmaschinen liefert und zur Erregung des Hauptgenerators dient, ist mit dem Hauptgenerator fest verbunden und hat die gleiche Drehzahl wie die Hauptgruppe. Angelassen wird der Dieselmotor durch den Hauptgenerator, der mit der Batterie verbunden wird und während des Anlassens als Motor arbeitet.

Das Drehmoment der vier Tatzlagermotoren wird über ein Zahnradgetriebe auf die Achsen übertragen. Jeder Motor besitzt einen ferngesteuerten Anlasser und einen Überstromschutzschalter. Alle vier Motoren sind an einen gemeinsamen Wendeschalter für Vor- und Rückwärtsfahrt angeschlossen, der vom Führerstand elektro-pneumatisch gesteuert wird.

Die Kühlwasserpumpe für den Dieselmotor wird durch einen Reihenschlußmotor angetrieben, der sich selbsttätig beim Laufen des Dieselmotors einschaltet. Bei stillstehendem Dieselmotor kann aber auch die Kühlwasserpumpe durch einen Schalter im Führerstand in Betrieb gehalten werden, wodurch der Dieselmotor auch in den Betriebspausen gekühlt wird.

R—r.

Bücherschau.

„Der Ruf eines Einsamen“. Verlag J. F. Steinkopf, Stuttgart. Aus Leben und Gedanken des Erfinders Wilhelm Schmidt, dargeboten von G. v. Bodenschwingh. Das Buch enthält neben einem Lebenslauf Tagebuchaufzeichnungen von Wilhelm Schmidt, dem hervorragenden

Ingenieur und bahnbrechenden Pionier auf dem Gebiete der Heißdampfmaschine. Der Inhalt liegt weniger auf technischem als auf weltanschaulichem Gebiet und gibt einen Einblick in das ideale Streben eines innerlich großen Menschen, wohlthuend in unserer Zeit rastlosen Jagens nach materiellem Erfolg.

Berichtigung.

In dem im Heft 12 veröffentlichten Aufsatz „Entwicklungsgedanken der Hildebrand-Knorr-Bremse“ muß der Satz auf Seite 234, Zeile 6 bis 9 lauten: Die Druckdifferenz

zwischen A und B treibt den Kolbensatz nach oben und der Schieber des Nebensteuerventils stellt so eine weitere Verbindung des Behälters B mit dem Bremszylinder her.