

Plan und Wirtschaft in der Fahrzeugunterhaltung.

Entwicklung bei der Eisenbahndirektion des Saargebietes.

Von Abteilungsdirektor Grehling.

Inhalt.

Nachweis der Wirtschaftsvorteile aus Überleitung der früheren, teils durch Gesetzfristen bestimmten, teils wilden Unterhaltungsart der Fahrzeuge in eine planmäßig aufgebaute.

Grundlagen des Gesetzes werden erörtert. Anschließend wird gezeigt, wie sich in deren Rahmen ein Plan für die Unterhaltung im Saargebiet zeitlich und sachlich entwickelt hat und weiter entwickeln wird, dessen charakteristischen Merkmale sind:

1. Verlegung der Beurteilung über die Untersuchungsnotwendigkeit von der Laufleistung auf den Zustand (1926);
2. Zur Erhaltung und Beurteilung des Zustandes der Fahrzeuge regelmäßige Listen-Untersuchungen als Bauelement für die ganze Plangestaltung (1929);
3. Auf Grund der Listen-Untersuchungen Abstufung des Umfangs der Arbeiten bei den einzelnen gesetzlichen Untersuchungen (1929, begonnen 1926);
4. Grundsätzliche Verlängerung der Untersuchungsfristen der Personenwagen auf das äußerste von der Bau- und Betriebsordnung zugelassene Maß (zunächst teilweise) (1932);
5. Systematische Ausnutzung der durch das Gesetz vorgesehenen Verlängerungsmöglichkeiten für die Untersuchungsfristen durch Abstellen der Fahrzeuge (1931);
6. Ausgleich der Abnutzung durch Austausch verschieden angestrenzter Fahrzeuge (1925);
7. Einteilung der Lokomotiven in zwei Leistungsgruppen und deren verschiedene Plan-Unterhaltung (1924);
8. Verkürzung der Untersuchungsfristen für Leistungsgruppe I der Lokomotiven auf ein der Kesselhaltbarkeit entsprechendes Maß (1928);
9. Zusammenfassung der Anordnungen über Unterhaltungsarbeiten aller Arten und Grade in der Hand einer „Ausbesserungsleitung“ (1924);
10. Technische Zusammenarbeit der ausführenden Ausbesserungsstellen (Haupt- und Betriebswerkstätten) (1924).

Mit dem Jahre 1932 scheint für die deutschen Eisenbahnen durch eine wichtige Änderung der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (BO) über die „Untersuchungen“ der Lokomotiven sowie durch Erlaß neuer Bestimmungen für die „Untersuchungen“ der Personenwagen auf dem Gebiete der Fahrzeugunterhaltung eine Periode wirtschaftlicher Forschungen über den Aufbau eines Unterhaltungsplanes der Fahrzeuge abgeschlossen. Wie die Eisenbahndirektion des Saargebietes ihrerseits diesen Aufbau mit Erfolg gefördert hat und weiter zu fördern bestrebt ist, möge aus den folgenden Ausführungen entnommen werden.

A. Eisenbahn und Gesetz.

Die Ausführungen im Teil A sollen in den Gegenstand einführen, um ein Urteil über die wirtschaftliche Wichtigkeit der Planunterhaltung zu ermöglichen.

I. Allgemeines.

Wie jeder wohlgeleitete Betrieb strebt auch die ordnungsmäßige Fahrzeugunterhaltung der Eisenbahnen danach, ihr Ziel bei größter Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Bei der Anwendung der Mittel zur Erreichung dieses Zieles sind aber die Entschlüsse der Eisenbahnverwaltung

nicht frei. Als Wächter über ihnen, der im Interesse der Allgemeinheit allerdings nur die hinreichende Betriebssicherheit im Auge haben kann, steht das Gesetz. In dem Wort „hinreichend“ liegt für den Gesetzgeber die Aufgabe eingeschlossen, einen geeigneten Maßstab zu finden für den ordnungsmäßigen Zustand der Fahrzeuge. Dies ist an sich bei dem nicht meßbaren Begriff Ordnungsmäßigkeit schwierig. Im kleinen Einzelbetriebe kann zwar die zuverlässige und dauernde Überwachung unter Leitung einer verantwortungsbewußten Verwaltung den jederzeit ordnungsmäßigen Zustand gewährleisten. Mit solchen Idealverhältnissen allgemein zu rechnen ist für den Gesetzgeber kein sicherer Weg, aber auch kein gangbarer, da er nicht in der Lage ist, eine entsprechend große Anzahl von Überwachungsbeamten in den einzelnen Betrieben zu unterhalten. Er steht außerhalb der Betriebe und muß die ausübenden Personen noch durch einen unpersönlichen Maßstab kontrollieren. Er greift zu diesem Zweck auf die Ursachen der Abnutzung über, wobei er die Wahl hat zwischen Benutzungszeit und vollbrachter Leistung, nach deren Ablauf er eine ordnungsmäßige Wiederherstellung aller abgenutzten Teile erzwingt. Beide haben naturgemäß eine ihnen proportionale Abnutzung zur Folge, aber beide nur unter der Voraussetzung einer bestimmten Qualität des Fahrzeugs und gleichbleibender Benutzungsintensität. Erstere darf als feststehend und bekannt angenommen werden, nicht aber die Intensität. Da diesen Mangel mithin „Zeit“ und „Leistung“ als Maßstäbe in gleichem Umfang aufweisen, entschied sich der Gesetzgeber in der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (BO) für denjenigen Maßstab, der am einfachsten zu überwachen ist, die Zeit, die ohne menschliches Zutun abläuft und allen Erörterungen ein Ziel setzt.

Mögen die Eisenbahnunternehmer ruhig bestrebt sein, im Rahmen der gesetzlichen Zeitvorschriften soviel Leistungen als möglich an Lauf- und Tonnenkilometern, verfeuerter Kohlenmenge oder nach sonst einem Maßstab, der vielleicht auch die Intensität zu erfassen anstrebt, aus dem Kostenaufwand für die Unterhaltung des Fahrzeugs herauszuwirtschaften: das bleibt ihr gutes Recht und ihre Pflicht gegenüber ihrem Unternehmen. Aber der Gesetzgeber, dem solche Bestrebungen keinesfalls unbekannt und auch — volkswirtschaftlich — nicht gleichgültig sein dürften, neigte, wenigstens in Deutschland, bisher zu der Annahme, daß Leistungen, also Kilometer oder verfeuerte Kohlenmenge an sich, und gar die Intensität, unter denen sie vollbracht worden sind, für ihn schlechterdings nicht nachzuprüfen und deshalb nicht festzulegen seien und daß obendrein bei der stufenreichen und theoretisierenden Art der Ermittlung etwa von Laufleistungen die Gefahr von Irrtümern und Schiebungen ihm einen Strich durch die Rechnung machen könnte.

Wenn der Eisenbahner seinerseits etwa die Laufleistungen mitverwerten will und durch Einbeziehung der Intensität fester zuzupacken versucht unter Berücksichtigung von Zuglast, Geschwindigkeit, Steigungen, Gefällen, Krümmungen, Zustand der Strecken, Speisewasser, Verschiebedienst, Heizedienst, Ruhe im Feuer, Desinfektion, Leerfahrt, Jahreszeit,

Witterung, ferner durch Berücksichtigung von inzwischen vorgenommenen Teilausbesserungen usw., so entsteht eine äußerst verwickelte und theoretisierende Berechnung, die, je verwickelter sie ist, um so weniger Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben kann. Man hat den Weg versucht, aber — vestigia terreat.

Die Festsetzung von Leistungen als Grundlage für Fahrzeugausbesserung kann grundverschiedene Ziele haben. Wenn der Gesetzgeber „Leistungen“ festsetzen würde, so wären es nur Höchstleistungen aus Sicherheitsgründen; wenn aber der Unternehmer „Leistungen“ festlegt, dann — außer aus Sicherheitsgründen — auch aus Wirtschaftlichkeit: Leistet ihm das Fahrzeug zu wenig Kilometer oder zu wenig verfeuerte Kohlenmenge, so wird der Unterhaltungsaufwand nicht hereingebracht, leistet es zu viel, so werden die späteren Wiederherstellungskosten durch die übermäßige Abnutzung höher als bei mäßigerer Leistung, immer gerechnet auf die Leistungseinheit. Soweit also Leistung berücksichtigt wird, kann es sich um Sicherheitsgrenzen nach oben und Wirtschaftsgrenzen nach unten und nach oben handeln.

Die Einführung von Leistungen in das Zeitfristsystem der BO scheint bei der Deutschen Reichsbahn, wenigstens nach den bisher bekannt gewordenen Verfügungen, folgenden Stand erreicht zu haben, dessen Weiterentwicklung jedoch zweifellos beabsichtigt ist: Bei Personenwagen bleibt eine Sicherheitsgrenze nach oben bestehen, deren Zahlen für die verschiedenen Untersuchungsarten dauernd noch geändert werden; ferner eine Wirtschaftsgrenze nach unten, mit deren Nichterreichen eine Verlängerung der Untersuchungsfrist verbunden ist. Bei Lokomotiven ist in Leistungen weder eine Sicherheitsgrenze noch eine Wirtschaftsgrenze festgelegt, doch soll bei den verwaltungsseitigen Dispositionen über die „Untersuchungen“ auf die Wirtschaft geachtet werden; verfolgt wird bei Lokomotiven nur nachträglich, statistisch, welche Leistungen auf eine „Untersuchung“ entfallen.

Die Eisenbahndirektion des Saargebietes hat dagegen den Entschluß gefaßt, vorläufig alle Leistungen als Grenzen für die „Untersuchungen“ aus dem Unterhaltungsplan zu streichen und die auf Grund solcher Maßstäbe angestrebte Betriebssicherheit durch andere Mittel sich selbst und dem Gesetzgeber gegenüber mit mindestens gleichem Erfolg zu gewährleisten. Sie läßt aber auch die Wirtschaft nicht aus den Augen und überschreitet die innerhalb der Gesetzesbestimmungen selbstgesteckten Fristen, falls — wie sich im Falle der Personenwagen die neue BO ausdrückt — „der Zustand des Fahrzeugs dies zuläßt“. Grundsätzlich hält sie sich also, und zwar nicht nur im Einklang mit der BO, sondern auch mit den eigenen Erfahrungen bei der Festlegung der Untersuchungsfristen nicht mehr an Leistungen, sondern an den Zustand des Fahrzeugs, der ja auch, wie eingangs gesagt, der sachliche Ausgangspunkt für die Bestimmungen des Gesetzgebers ist. Welche maßgebende Wichtigkeit für den Aufbau einer Planunterhaltung demnach der Tatsache zukommt, diesen Zustand jederzeit genau zu beherrschen, um ihn in die Rechnung als durchaus bekannte Größe einzusetzen, bedarf keiner besonderen Betonung. Im Saargebiet war für diese Forderung bereits aus der plansuchenden Entwicklung ein zuverlässiges Mittel erwachsen in Gestalt der seit dem Jahre 1929 durchgebildeten „Listenuntersuchungen“ der Fahrzeuge, ein Mittel, dessen planbildende und planbefruchtende Auswirkung sich erst in den folgenden Jahren seines Aufbaus überraschend offenbarte und das heute das Bauelement des ganzen Unterhaltungsplanes darstellt.

II. Gesetzliche und sonstige Behandlungsarten der Fahrzeuge.

Die BO schreibt erstens für die Bauentwürfe der Fahrzeuge alle Maße genau vor, die mit Rücksicht auf die Betriebs-

sicherheit oder die einheitliche Verwendbarkeit verlangt werden müssen. Um gegen allzu große Abnutzung eine Grenze und deren stete Überwachung zu sichern, ist zweitens in der BO die regelmäßige Nachprüfung und Aufarbeitung der Fahrzeuge vorgesehen. Dort wird diese regelmäßige Nachprüfung und Aufarbeitung „Untersuchung“ genannt, an sich kein glückliches Wort, weil es nach Sprachgewohnheit die Nachprüfung, nicht aber die Aufarbeitung bezeichnet.

Die von der BO für die „Untersuchungen“ vorgeschriebenen Fristen können nur Höchstfristen sein, nach deren Ablauf spätestens die „Untersuchung“ vorzunehmen ist. Sie sind wegen der verschiedenen empfindlichen Bauarten und der verschiedenen Benutzungsintensität verschieden für die drei Hauptarten von Fahrzeugen, also Lokomotiven, Personenwagen und Güterwagen. Bei Lokomotiven sind sie aus ähnlichen Gründen in den Jahren 1926 bis 1932 gesondert festgesetzt worden für die drei Hauptteile Dampfkessel, Fahrgestell, Tender. Diese Trennung ist 1932 wieder aufgehoben worden.

Es lag von alters nahe, die Fristen des Gesetzgebers gewissermaßen als das gegebene Programm für die Fahrzeugunterhaltung zu übernehmen. Die „Untersuchungen“ mußten also nach dem Rhythmus der zu Regelfristen gemachten Höchstfristen eingeteilt werden. Nun hatten sich aber bis vor kurzem, wenigstens bei Lokomotiven, die vorgeschriebenen Höchstfristen als zu lang erwiesen und die Absicht ihrer Einhaltung wurde stets durchkreuzt, so daß die „Untersuchungen“ noch anfangs der zwanziger Jahre nach dem Gutdünken des Betriebs und daher gänzlich unregelmäßig anfielen. Die so zusammengeschumpften Höchstfristen waren aber auch dann noch nicht geeignet mit den Abnutzungen aller einzelnen Teile Schritt zu halten. Es waren daher zwischen den „Untersuchungen“ größere Ausbesserungen einzulegen. „Untersuchungen“ wie größere Ausbesserungen obliegen den Hauptwerkstätten. Auch für die Ausbesserungen wurde eine gewisse Regelmäßigkeit als zweckmäßig erkannt. Das Anstreben einer solchen Regelmäßigkeit bedeutet schon den Anfang eines Planes.

Die größeren Ausbesserungen waren namentlich bei Lokomotiven erforderlich. Soweit sie in regelmäßigen Abständen stattfanden, hießen sie Hauptausbesserungen; die Zeitabstände betragen früher ein, später sogar anderthalb Jahre. Bei manchen Verwaltungen wurden die Hauptausbesserungen von dem Ablauf bestimmter Soll-Kilometer abhängig gemacht. Die nicht regelmäßigen, meist kleineren Teilausbesserungen sind die Zwischenausbesserungen, die deshalb nötig werden, weil sich einzelne Gangteile je nach der Art des Betriebes oder der Strecken schneller oder langsamer abnutzen und weil Bruch oder Beschädigung einzelner Teile (also die Folgen kleinerer oder größerer Unfälle) vorkommt.

Zwischendurch fallen noch die Kleinausbesserungen an, und zwar bisher je nach Bedürfnis, d. h. nach dem zufälligen Auftreten der einzelnen Schäden, planlos. Sie werden in den Ausbesserungsstellen der Betriebswerke vorgenommen.

Dieses Gesamtbild der Unterhaltung von Fahrzeugen erinnert gewissermaßen an einen Bau, bei dem der Architekt die Einzelteile zwischen zwei festen Eckpfeilern einordnen mußte, deren Lage ihm die Baupolizei vorschrieb, oder anders ausgedrückt: Das große Ganze wurde als gegeben angesehen und das Einzelne so gut es passen wollte, hinein gestückt.

Dies widerspricht aber dem Grundgedanken der Wirtschaft, die zwischen ungeeigneten Fristen, Willkürlichkeiten und Zufälligkeiten erstickt wird. Der Kostenaufwand war auf diese Weise zu hoch, sowohl für die Unterhaltung und Ausbesserung selbst, als auch, nicht zuletzt, für die regellos unterbrochene Betriebsverwendung der Fahrzeuge. Richtiger ist es, den Bau des Planes aus seinen Zweckelementen zu ent-

wickeln. Der Wert solchen Vorgehens ist aus den Ersparnissen ersichtlich, die durch die Maßnahmen der letzten Jahre gegenüber 1926 erzielt werden, nämlich etwa 29%, also jährlich im Saargebiet 20 000 000 fr. oder schätzungsweise bei der Reichsbahn 125 000 000 *R.M.* Es lohnt sich daher in der heutigen Zeit der vielumstrittenen Rationalisierung einen Blick auf die Entwicklung dieser Planwirtschaft zu werfen, auch für den volkswirtschaftlich interessierten Laien.

B. Die Planunterhaltung.

Der Zweck des Teils B besteht darin, die Entwicklung im Saargebiet sachlich und zeitlich darzustellen und ihre charakteristischen Grundlagen aufzuführen.

I. Planleitung. Technische Überwachung.

Die Anwendung des Planes liegt im Saargebiet in einer Hand für Hauptwerkstätten und Ausbesserungsstellen der Betriebswerke, nämlich in der der „Ausbesserungsleitung“ auf der Eisenbahndirektion, die etwa dem Vorbild der „Betriebsleitung“ entspricht*). Das Vorhandensein der einheitlichen „Ausbesserungsleitung“ ist eine ausschlaggebende Erleichterung für die Durchführung der Planunterhaltung. Im Saargebiet kennt man keine Schwierigkeiten und Verzögerungen durch Zuständigkeitsfragen. Die Beurteilung der Ausbesserungsnotwendigkeit geschieht durch den Betriebsmaschinendienst und die Ausbesserungsleitung gemeinsam, die Ausbesserungsleitung bestimmt dann den Umfang, also die Untersuchungsart und die ausführende Stelle. Neben dem Eingreifen in Einzelfällen hat die Ausbesserungsleitung im voraus die Belastungspläne sämtlicher Werkstätten und Ausbesserungsstellen für alle Fahrzeuggattungen festzulegen. Diese Pläne werden für größere oder kleinere Zeiträume in enger Zusammenarbeit mit dem Betriebe dessen Forderungen angepaßt.

Das Vorhandensein der Ausbesserungsleitung ermöglichte, ja erheischte zu ihrer Ergänzung die technische Überwachung der Ausbesserungsstellen der Betriebswerke durch die Hauptwerkstätten; die Anfänge dieser technischen Überwachung liegen übrigens noch weiter zurück als die der „Ausbesserungsleitung“ selbst, obwohl ihre damalige Einrichtung mit Schwierigkeiten verbunden und nur teilweise möglich war, eben weil noch die einheitliche Ausbesserungsleitung fehlte. Diese technische Überwachung oder auch Beratung durch die Hauptwerkstätten, diese innige Zusammenarbeit und das damit umgekehrt verbundene Eindringen der Betriebswerke in die genauere Kenntnis der Hauptwerkstätten ist ungemein fruchtbar durch das Aufkommen und sofortige Durcharbeiten von neuen technischen und organisatorischen Anregungen. Eine erfreuliche Neubelebung trat mit der Schaffung der „Listeuntersuchungen“ ein, deren schneller und zweckmäßiger Ausbau durch die Zusammenarbeit der Außenstellen, Hauptwerkstätten und Betriebswerke, gefördert wird, was allein vom grünen Tisch aus und über zwei verschiedene Fachrichtungen viel schwerfälliger wäre.

Die Ausbesserungsleitung erläßt alle Befehle für Auftragsverteilung, Kostenüberwachung, technische Nachprüfung, zeitliches Plangerippe, Tagewerksverbrauch usw. für beide Werkstättenarten.

II. Verschiedene Ausgangspunkte im Saargebiet.

Wenn auch die vielen Wurzeln der neuen Planunterhaltung erst bei Besprechung der drei Fahrzeuggattungen näher erörtert werden, so ist es doch geboten, schon hier die Maßnahmen zu streifen, die im Saargebiet, neben der unleugbaren Vervollkommnung der technischen Werkstattverfahren, erst die Voraussetzung für einen bewußten Ausbau der Planunterhaltung schufen, und zwar bei allen Fahrzeuggattungen. Ihre volle

Bedeutung in dieser Beziehung wurde teilweise erst später erkannt.

Die erste Maßnahme richtete sich gegen den Mißstand, daß die Kleinausbesserungen zu wild und zu häufig anfielen. Dabei fehlte ferner die Gewähr, daß tatsächlich alle Schäden, auch die drohenden, entdeckt wurden; es fehlte an vorbeugender Behandlung.

Um eine Zusammenfassung, Regelmäßigkeit und Vorbeugung zu erreichen, galt es, den Zustand des Fahrzeugs in all seinen Teilen zu beherrschen und systematisch zu pflegen. Der notwendige Eingriff geschah zuerst im Jahre 1929 bei den Lokomotiven durch die Einführung von regelmäßigen „Listeuntersuchungen (LU)“, das sind kurze Untersuchungen an Hand genauer Listen bei den Betriebswerken. Sie wurden infolge ihrer guten Ergebnisse später auf die anderen Fahrzeuge übertragen und bilden heute das Bauelement des Unterhaltungsplanes (siehe C, I, b, 1).

Die zweite Maßnahme richtete sich gegen den Mißstand, daß es bisher den Hauptwerkstätten überlassen war, je nach eigenem Ermessen leitender oder untergeordneter Organe den Umfang der Arbeiten zu bestimmen. Denn mangels Planwirtschaft und Fehlens der „Listeuntersuchung (LU)“ überließ man den Zustand jedes Fahrzeugs der zufälligen Entwicklung und konnte daher den Hauptwerkstätten keinen Anhalt geben, wie sie die Unterhaltung auf längere Sicht einzuteilen und demgemäß den Umfang der Arbeiten abzustufen hatten. Die Heilung dieses Übels setzte bei den Personenwagen ein. Im Jahre 1926 war eine „Dienstvorschrift für die Unterhaltung der Personenwagen (DUP)“ herausgegeben worden. Sie hatte ihr Merkmal darin, daß sie erstmals den scharfen Trennungsstrich zwischen gesetzlicher „Untersuchung“ und zweckabgestufter „Ausbesserung“ zog. Die bei der gesetzlichen „Untersuchung“ auszuführenden Arbeiten wurden streng auf das Maß dessen beschränkt, was die BO vorschreibt; die „Untersuchung“ wird daher mit Betonung als „Kurze Untersuchung (KU)“ bezeichnet. Diese KU sollen sich nur nach Ablauf größerer Zeitabschnitte zu sogenannten „Regelmäßigen Ausbesserungen (RA)“ auswachsen, und die Regelmäßige Ausbesserung (RA) nach Ablauf einiger Perioden zur „Großen Regelmäßigen Ausbesserung (GRA)“.

Der Erfolg der DUP war zunächst nicht ganz der erwartete, weil auch bei den Personenwagen die Unterhaltung in den Betriebswerken noch nicht so weit durchgebildet war, daß man von einem Beherrschen des Zustandes der Fahrzeuge sprechen konnte. Diese Voraussetzung wurde erst durch die Übernahme der „Listeuntersuchungen“ von den Lokomotiven geschaffen.

Umgekehrt ist die Abstufung der Untersuchungsarbeiten von den Personenwagen auf die Lokomotiven übernommen worden. Für Güterwagen wird dies nur z. T. möglich sein.

Der dritte Mißstand war die vollkommene Unregelmäßigkeit der Fristen für die „Untersuchungen“, wie sie sich entgegen den regelmäßigen Terminen der BO, besonders bei Lokomotiven, eingestellt hatte. Diese Unregelmäßigkeit bedeutete Betriebserschweris und schlechte Wirtschaft. Es galt, wenn schon teilweise verkürzt, so doch regelmäßige Fristen durchzusetzen. Um hier das wirtschaftlich richtige Maß zu finden, sind frühzeitig die Lokomotiven in zwei Hauptgruppen eingeteilt worden. Die Leistungsgruppe I, Lokomotiven des schweren Zugdienstes, erhielt vorläufig gegenüber der BO verkürzte Fristen, weil die Schadenfälligkeit ihrer Dampfkessel noch zu groß war; die Leistungsgruppe II, Lokomotiven des leichten Zug- und des Verschiebedienstes, ist neuerdings auf die BO-Fristen gestellt. Diese Regelung ist seit 1931 durchgeführt.

*) Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. 1927, S. 613.

Ein vierter Mißstand war darin zu erblicken, daß die Personenwagen zu häufig zur KU anfielen, besonders nachdem durch Einführung der LU und durch die Abstufung der DUP kein Grund dazu mehr vorlag. Folgerichtig wurde im Jahre 1931 die Bestimmung getroffen, daß die Personenwagen nur noch zu den auf das Doppelte verlängerten Fristen der BO 28, und zwar nicht ausnahmsweise, sondern regelmäßig „untersucht“ werden durften, denn die einschränkende Bedingung „wenn der Zustand des Fahrzeugs dies zuläßt“ ist durch die LU als erfüllt anzusehen. Zunächst wurde die grundsätzliche Fristverlängerung nur auf die Bereitschafts- und Verstärkungswagen beschränkt, wird aber jetzt auf die Wagen des Stammparks ausgedehnt.

Der fünfte Mißstand lag in der Tatsache, daß gewisse Fahrzeuge durch ihren Dienstplan mehr angestrengt waren als andere, so daß für die einen die gesetzlichen Fristen der „Untersuchungen“ zu lang, für die andern, die weniger angestregten Fahrzeuge, aber zu kurz waren. Im Jahre 1925 wurde daher ein Verfahren eingeführt [damals „Rationalisierung der Abnutzung“ genannt*]) nach dem die mehr angestregten Fahrzeuge nach der Hälfte ihrer Laufzeit gegen die weniger angestregten ausgetauscht wurden. Auch dieses Verfahren ließ sich anfangs nicht scharf durchführen, bis die Schaffung der LU eine zuverlässige Grundlage hierfür bot.

Der sechste Mißstand war der zu häufige Anlauf der Güterwagen zu Kleinausbesserungen. Die Einrichtung der LU auch für Güterwagen, die im Jahre 1932 erfolgte, hat bereits nach unerwartet kurzer Zeit Abhilfe angebahnt.

III. Die Grundlagen.

Die Planunterhaltung bei der Eisenbahndirektion des Saargebiets kennzeichnet sich demnach durch folgende Grundlagen:

a) Beseitigung aller Sicherheitsgrenzen von Leistungen (nach oben) und Wirtschaftsgrenzen (nach unten und oben).

b) Statt dessen: Verlegung des Gesichtspunktes der Beurteilung über die Untersuchungsnotwendigkeit von der Laufleistung auf den Zustand.

c) Zur Erhaltung und Beurteilung des Zustandes der Fahrzeuge regelmäßige „Listenuntersuchungen (LU)“ aller Fahrzeuge bei den Ausbesserungsstellen der Betriebswerke.

d) Auf Grund der LU Abstufung des Umfangs der Arbeiten für einen Teil der gesetzlichen „Untersuchungen“.

e) Durch die LU ermöglicht: Grundsätzliche Anwendung der durch die BO zugelassenen Verlängerungen der Fristen gegenüber den dort angegebenen Regelfristen bei Personenwagen (zunächst teilweise).

f) Regelmäßige Ausnutzung der vom Gesetz vorgesehenen Verlängerungsmöglichkeiten für die Untersuchungsfristen durch Abstellen der Fahrzeuge.

g) Ausgleich der Abnutzung durch Austausch verschieden angestregter Fahrzeuge.

h) Einteilung der Lokomotiven in zwei Leistungsgruppen.

i) Verkürzung der Untersuchungsfristen für die Leistungsgruppe I der Lokomotiven auf ein der Kesselhaltbarkeit entsprechendes Maß.

k) Zusammenfassung aller Maßnahmen für Hauptwerkstätten und Ausbesserungsstellen der Betriebswerke in der Hand einer „Ausbesserungsleitung“.

l) Technische Überwachung der Ausbesserungsstellen der Betriebswerke durch die Hauptwerkstätten.

Diese Dinge stehen nicht gleichgeordnet nebeneinander, sondern sie sind in wechselseitiger Ursache und Wirkung verwachsen. So wird beispielsweise die Abschaffung der Leistungs-

* Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. 1927, Nr. 23, S. 617.

grenzen ohne Beeinträchtigung, sogar mit Erhöhung der Zuverlässigkeit, und ebenso die Verlängerung der Fristen möglich gemacht durch die „Listenuntersuchungen“. Diese wiederum geben das Skelett für die größeren Formen des Plangebäudes.

IV. Konstruktive Verbesserungen als Folge der Planunterhaltung.

Eine mittelbare Folge der Planunterhaltung ist deren Einwirkung auf die Bauart der Fahrzeuge. Es stellte sich heraus, daß der Eingliederung in einen möglichst weitmaschigen Plan häufig nur die Schadanfälligkeit gewisser Teile, die der langen Betriebsbenutzung nicht gewachsen waren, widersprach. Erst hierdurch ist man auf den Gedanken gekommen, ob nicht einzelne Bauteile geändert werden mußten, deren Urbild vielleicht schon vor vielen Jahrzehnten entstand, als solche Rücksichten wie Eingliederung in eine Planwirtschaft dem Konstrukteur noch nicht geläufig waren. Ebenso wenig konnte er die neuen Grundsätze des Austauschbaues und dessen Erweiterungsmöglichkeit durch den neuzeitlichen Genauigkeitsgrad der Werkzeugmaschinen. Der alte Satz, daß Fahrzeugbau und -unterhaltung ein zusammengehöriges Ganze bilden, wird dadurch bestätigt*). Als verbesserungsbedürftige Teile haben sich bis jetzt Lagerschalen, Lokomotiv-Stangenkeile, Lokomotiv-Kesselventile u. a. herausgestellt. Ihre Anpassung an die Forderungen der Planunterhaltung wird nun mit Eifer betrieben. Auch wenn die Teile teurer werden, als bisher, macht sich dieser Aufwand durch weitmaschigere Plangestaltung bezahlt.

C. Die drei Fahrzeugarten**).

I. Lokomotiven.

a) Der alte Gang.

Der alte Gang der Dinge war schon gelenkt von dem Bestreben, die Höchstfristen des Gesetzgebers für die „Untersuchungen“ als Regelfristen anzuwenden. Dies Ziel konnte jedoch, wenigstens für Lokomotiven, nicht erreicht werden, da man das Mittel, wie es die heute durchgeführte Planunterhaltung bietet, noch nicht gefunden hatte.

Die Fristen der BO lagen bis 1928 folgendermaßen: Spätestens nach drei Jahren mußte eine „Untersuchung“ der Lokomotive stattfinden, verbunden mit „Äußerer Untersuchung“ des Dampfkessels. Immer nach sechs Jahren war mit der „Untersuchung“ der Lokomotive eine „Innere Untersuchung“ des Dampfkessels zu verbinden. Abb. 1a stellt diese — theoretischen — Höchstfristen des Gesetzes dar. In Wirklichkeit lagen die Zeitpunkte der „Untersuchungen“ noch im Jahre 1922 gänzlich unregelmäßig, und zwar so, daß im Durchschnitt eine „Innere Untersuchung“ schon alle vier-einhalb Jahre erforderlich wurde und eine „Äußere Untersuchung“ alle drei Jahre. Die Ursache war die Schadanfälligkeit der Kessel. Das durchschnittliche wirkliche Zeitbild entsprach also Abb. 1b. Die „Untersuchungen“ alter Art genügten nun jedoch nicht zur Erhaltung der Lokomotiven, und so wurden Hauptausbesserungen zwischengeschaltet. Ihr Abstand war unregelmäßig, im Durchschnitt anfangs sieben Monate. Das auf Abb. 1a aufgebaute zeitliche Bild der „Untersuchungen“ und Hauptausbesserungen hätte danach das Aussehen von Abb. 2a haben müssen. Abb. 2b zeigt dann das wirkliche auf Abb. 1b aufgebaute Zeitbild, das sich ergeben hätte, wenn die Hauptausbesserungen in ihren Durchschnittsabständen gleichmäßig verteilt worden wären. Aber auch sie verschoben sich und so entstand die verschobene Abb. 2c.

*) Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. 1927, Nr. 23, S. 614.

***) Entstehung, Anwendung und Ausbau der verschiedenen Planmaßnahmen für die drei Fahrzeugarten greifen im Saargebiet teils zeitlich, teils sachlich so ineinander, daß die gegenseitige Abhängigkeit es unvermeidlich macht, ab und zu auf bereits gesagte Dinge zurückzugreifen.

fahren für einige wenige Teile (Kolbenschieber, Bremsen u. ä.) wurden daher alle einer häufigen Störung oder der Bruchgefahr unterworfenen Teile der Lokomotive sorgfältig auf Listen zusammengestellt und in bestimmten kürzeren Zeiträumen planmäßig von den Ausbesserungsstellen der Betriebswerke ausgebaut und untersucht. Die schon bestehenden regelmäßigen Untersuchungen von Einzelteilen wurden in den Plan eingearbeitet. Zum Aufbau der Listen wurden die Erfahrungen der Betriebs- und der Hauptwerkstätten herangezogen.

Durch das Vorhandensein der Listen ist nichts dem freien Ermessen und damit vielleicht allmählichem Vergessen überlassen, und die Erledigung genau nach Liste muß durch Namensunterschrift bescheinigt werden.

Von Anfang an hat es sich als nötig erwiesen, zweierlei LU einzurichten: eine kleine nach acht Wochen und eine große für die Leistungsgruppe I alle sechs Monate, für die Leistungsgruppe II alle zwölf Monate.

Die kleinen LU werden sämtlich bei der Ausbesserungsstelle des Betriebswerks vorgenommen, dem die Lokomotive zugeteilt ist. Dasselbe gilt auch für die großen LU mit der Einschränkung, daß kleine Betriebswerke die Arbeit an benachbarte größere oder die Hauptwerkstätte abtreten, aber stets bestimmt von der Ausbesserungsleitung. Diese vermeidet allerdings möglichst, aus Grundsatz, die Zuweisung an die Hauptwerkstätte, weil sich nach der schon gewonnenen Erfahrung leicht die LU unter den Händen einer Hauptwerkstätte zu einer Zwischenausbesserung mit unnötigem Arbeitsaufwand auswachsen und weil sich bei den Betriebswerken, die mit der Arbeit nicht nachkommen, der Ausweg zur Hauptwerkstätte als liebe Gewohnheit entwickeln könnte.

Es ist überhaupt der scharf betonte Wille der Ausbesserungsleitung, die günstige Wirkung der LU sich nicht abschwächen zu lassen, da sie als das Grundelement für die ganze Planunterhaltung der Fahrzeuge im Saargebiet angesehen wird. Weder die Betriebsentziehung der Fahrzeuge durch die LU noch deren Kosten dürfen sich erhöhen, aber auch die Güte und Vollständigkeit der Arbeiten darf nicht nachlassen.

Die Dauer der Betriebsentziehung ist für die letzten Jahre in Abb. 4 wiedergegeben. Es ist ersichtlich, daß sie durch die Einführung der LU nicht zu-, sondern abgenommen hat. Auch hat die Einführung der LU keine Vermehrung der Kopffzahl auch nur bei einem Betriebswerk nötig gemacht; wie erwartet, ist sogar der Arbeitsanfall an Kleinausbesserungen bei den Betriebswerken geringer geworden (Abb. 10).

Es konnten daher Arbeitskräfte aus den Betriebswerken zurückgezogen werden.

Neben den ihre Einführung bestimmenden Vorteilen hatten die LU als nicht hoch genug zu bewertendes Ergebnis den Erfolg, daß die Betriebswerke ihre Lokomotiven bis ins Innerste kannten und sich ganz auf sie verlassen konnten. In der Verantwortung für ihre Lokomotiven wird ihnen daher größere Sicherheit gegeben. Bezeichnend war nach der ersten teilweisen Einführung das Verlangen der Lokomotivführer, nur noch mit Lokomotiven zu fahren, die der LU unterlagen. Daß die Betriebswerke ihre Fahrzeuge dem jeweiligen Zustand nach genau kennen, ist neben der Forderung der Betriebssicherheit auch notwendig, um unter günstigen Umständen eine fällige „Untersuchung“ verschieben zu können, natürlich innerhalb der Grenzen der BO. Allen Beteiligten ist die Vorstellung unmöglich, daß je wieder ohne die regelmäßigen LU ausgekommen werden müßte.

Für genaueren Einblick in das Wesen und die Durchführung der LU dienen folgende Einzelheiten:

Die kleine LU besteht in einer Prüfung aller Teile, gefolgt von einer der vierzehntägigen Auswaschungen. Sie dauert nicht ganz einen Tag. Eine der fünf vorläufigen Listen

(nach denen auch bei kleinen LU grundsätzlich gearbeitet wird), ist diejenige, die Proben unter Dampf umfaßt. An Hand weiterer vier Listen, „Ausbesserungszettel“, deren einer z. B. für Stangenlager, Kreuzkopflager, Achslager bestimmt ist und die sich nach der Einteilung der Handwerker in Sondergruppen richten, werden die Abnutzungen festgestellt und Mängel beseitigt. Dringliche Ausbesserungen werden sofort vorgenommen, verschiebbare auf die nächste LU oder Zwischenausbesserung verschoben. Die ausgefüllten Listen werden gesammelt, stichprobenweise von der Ausbesserungsleitung nachgeprüft, und dienen dem Betriebswerk oder der Hauptwerkstätte später als Unterlagen.

Die große LU ist ein Auseinandernehmen und gründliches Nachsehen aller wichtigen Teile, namentlich derer, die einer regelmäßigen Abnutzung unterliegen. Sie erfolgt genau nach Listen und dauert vier bis sechs Tage. Die Ausbesserungen werden sofort vorgenommen, möglichst nur durch Austausch, wofür genormte und maßgestufte Teile von der Hauptwerkstätte in Vorrat geliefert werden. Stücke, die auf größeren Maschinen bearbeitet werden müssen, kommen in die Hauptwerkstätte, die als technisches Überwachungsorgan der Betriebswerke darauf hinwirkt, daß jede Verlängerung der LU vermieden wird; etwa doch eintretende werden von der Ausbesserungsleitung aufgegriffen.

Als Beispiel der vorläufigen Listen, nach denen bei der großen LU vorgegangen wird, diene die für Gewichtsausgleicher (siehe Seite 275).

Für Tender besteht eine besondere Liste. Alle Gelenke sind durch Nummern bezeichnet, Bolzen und Buchsen werden nachgemessen und bei zu großer Abnutzung oder Schäden gegen vorrätige ausgetauscht. In der Liste wird entsprechend eingetragen. Die Zahlen für das zulässige Spiel konnten erst im Laufe der Zeit endgültig festgelegt werden. Die Zeichnung auf Zusammenstellung 7 kann auch für Lokomotiven mit etwas anderer Achsenanordnung verwendet werden.

Sehr bald stellte sich die Notwendigkeit heraus, Werkgrenzmaße für die Abnutzung und für die als Ersatz einzubauenden Teile festzulegen. Es war nicht leicht, sie richtig zu treffen und deshalb mußte anfangs ein sinngemäßes Vorgehen bei den LU in der Hauptsache dem Urteil der ausführenden Organe überlassen bleiben. Trotzdem zeigte sich die erste Durchführung der LU schon ungemein wirksam. Heute sind die Grenzmaße für Lokomotiven alle genau festgelegt und in die Vordrucke aufgenommen.

Als Beispiel für die anfangs noch vorgefundenen Schäden diene Abb. 5, wobei die dargestellten Teile aus Lokomotiven stammen, die zum erstenmal LU hatten; heute, nachdem nunmehr alle Lokomotiven mehrfach durch die LU gegangen sind, kommen Schäden in solchem Maße nicht mehr vor.

Die günstigen Auswirkungen der LU lassen sich vom Zeitpunkt ihrer Einführung aus auch schon zahlenmäßig erhärten. Da ist zunächst die sich statistisch einstellende, trotz des sinkenden Verkehrs erzielte Zunahme der Laufleistungen zwischen zwei Hauptausbesserungen, die an verschiedenen Lokomotivgattungen in Abb. 6 für die Jahre 1928 bis 1931 verfolgt werden kann. Die gestrichelte Linie des „Soll“ zeigt, daß auch im Saargebiet versucht wurde, durch Festsetzung bestimmter Leistungen zwischen zwei Hauptausbesserungen die Wirtschaft zu heben, ein Verfahren, das in der heutigen Planunterhaltung keinen anderen als statistischen Wert, etwa zur Kostenermittlung hat. Als Sonderbeispiel sei der für das Saargebiet außerordentliche Fall erwähnt, daß eine durch LU überwachte T 18-Lokomotive nach 170000 km Laufleistung nur eine beschränkte Untersuchung, KU nötig hatte.

Wie schon angedeutet, hat die Ausbesserungsleitung im Saargebiet als statistische Grundlage für die Kostenüber-

wachung neben die Laufkilometer seit einigen Jahren zuverlässigere Größen zu setzen versucht, und zwar sollte die Betriebsleistung als Ursache der

Ausbesserungsnotwendigkeit gleich der geleisteten mechanischen Arbeit gesetzt werden. Als Meßmittel diente die verdampfte Wassermenge. Der Versuch mußte abgebrochen werden, weil die Messung schwierig und eine besondere Buchführung erforderlich war. Daraufhin wurde das Meßmittel einen Schritt weiter zurückverlegt und die der Wassermenge etwa proportionale „verfeuerte Kohlenmenge“ gewählt, die ohne weitere Buchführung zugänglich ist. Daß in dieser Berechnungsart ein guter Maßstab für die Anstrengung und Abnutzung einer Lokomotive gegeben ist, hängt mit der überragenden Bedeutung des Kessels und der Feuerbuchse für den Umfang der erforderlichen Ausbesserungen zusammen. Die Anfänge der Berechnungsart auf „verfeuerte Kohlen“ reichen aber nur bis zur Mitte des Jahres 1932 zurück. Doch ist schon soviel zu erkennen, daß die Laufleistungen mit den verfeuerten Kohlenmengen nicht immer verhältnismäßig sind. Dies wird deutlich an der als Vergleich zu Abb. 6 aufgestellten Abb. 7*).

Als weiterer Erfolg der LU ist deren verminderte Einwirkung auf die Zwischenausbesserungen in den Hauptwerkstätten zu buchen. Sie ist der Zahl nach auf Abb. 8 und der Zeitdauer nach auf Abb. 9 zu erkennen.

Wie bei Einführung der LU erwartet, ist auch jetzt schon eine Abnahme der Kleinausbesserungen bei den Ausbesserungsstellen der Betriebswerke eingetreten. Abb. 10 zeigt die Entwicklung 1926 bis 1932.

Als erwünschten Neben-Erfolg zeigten die LU noch die Möglichkeit, gewissen Sünden von Betrieb und Werkstätten rechtzeitig auf die Spur zu kommen.

Auch eine Veröffentlichung der „Internationalen Eisenbahn-Kongreß-Vereinigung“ vom Jahre 1932 über „Steigerung der kilometrischen Leistungen von Lokomotiven“ weist auf die Bedeutung regelmäßiger Zwischenuntersuchungen hin mit den Worten: „Allgemein herrscht die Meinung vor, daß ein solches Verfahren eine Steigerung der Laufleistung

*) Eine gewisse Genugtuung für die Ausbesserungsleitung war es, daß in letzter Zeit auch bei der Reichsbahn Betrachtungen aufzutauchen scheinen, die sich mit dieser Frage beschäftigen. Sie sind niedergelegt in den Ausführungen des Reichsbahnoberrats Schwering in der Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. 1932, Nr. 49 und ff.

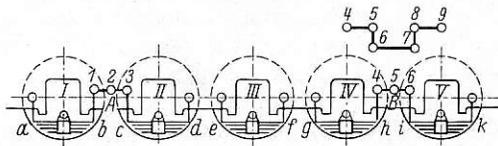
Listen-Untersuchung.

Sechsmonatliche Untersuchung.

G. Ausbesserungszettel für Ausgleicher und Federaufhängung.

Lok. Nr. steht in Gleis Nr.

Termin am



Anmerkung: Bei T 9-Lok. ist anstatt des mit 4, 5 und 6 bezeichneten Ausgleichers, der mit 4, 5, 6, 7, 8 und 9 bezeichnete maßgebend.

| Lfd. Nr. | Nachzuprüfende Teile | Besonderes Augenmerk ist zu richten ! auf: ! | Siehe auch Dienstvorschrift Seite | Wirkliches Spiel mm | | Zulässiges Spiel mm | Vorgefundene Maße | | Ausgeführte Arbeiten |
|----------|---------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------|---|---------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| | | | | L | R | | Bolzen mm L R | Büchsen mm L R | |
| 1 | Ausgleicher A und B ausbauen | Anfordern der Bolzen und Büchsen nach den Tabellen | | | | 3,5 | | | |
| 2 | Verbindungs-nachstelle 1 prüfen | | | | | 3,5 | | | |
| 3 | „ 2 „ | | | | | 2 | | | |
| 4 | „ 3 „ | | | | | 3,5 | | | |
| 11 | Tragfederauf-nachhängung I prüfen | „ | | | | 2 | | | |
| 12 | „ II „ | „ | | | | 2 | | | |
| 24 | Tragfeder-spannschraube g nach-prüfen | Gewinde darf nicht unter den Nenn-durchmesser nach-geschnitten werden | | | | | | | |
| 25 | „ h „ | | | | | | | | |
| 26 | „ i „ | | | | | | | | |
| 27 | Schmierlöcher reinigen | | | | | | | | |

Die Arbeiten sind nachgeprüft durch Werkmeister.

Verantwortlich für die vorschriftsmäßige Durchführung der Arbeiten Ingenieur

Unterschrift des Amtes oder der Dienststelle

Geprüft: Eisenbahndirektion des Saargebietes

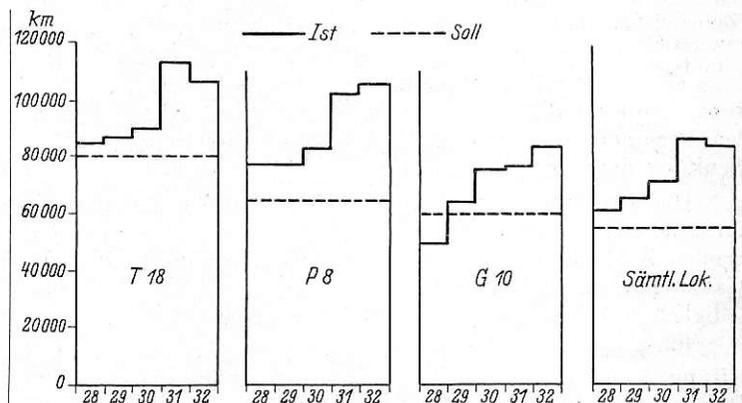


Abb. 6. Laufleistungen zwischen zwei Hauptausbesserungen.

zwischen den Hauptausbesserungen zur Folge hat“. Nach dem Erfolg bei Lokomotiven wurden später die LU auch für

Personenwagen, Güterwagen, Triebwagen und alle Bahndienstwagen einschließlich der Leitzüge, Kühlwagen, Postwagen, ferner für maschinelle Anlagen, Transportgeräte usw. eingerichtet, sogar für Straßenbahnen.

Jährliche LU für Omnibusse auf Grund des § 19 der Kraftfahrlinienverordnung hat auch der Verband Deutscher Kraftverkehrsgesellschaften am 1. Oktober 1931 eingeführt.

2. Abstufung des Arbeitsumfangs.

Während die meist in den Betriebswerken sich abspielenden und nicht von der BO vorgeschriebenen LU durch Zusammenfassung, Regelmäßigkeit und Vorbeugung schon beschränkend und ordnend auf den Umfang der Arbeiten wirken, hatte die Ausbesserungsleitung die Folgerung aus den neugeschaffenen Grundlagen zu ziehen und durch einen nunmehr ermöglichten Zwang bei den „Untersuchungen“ und Ausbesserungen in Haupt- und Betriebs-Werkstätten verbrauchsgerechte Abstufung zu erreichen, wie denn überhaupt der Zwang das Geheimnis der Planunterhaltung darstellt.

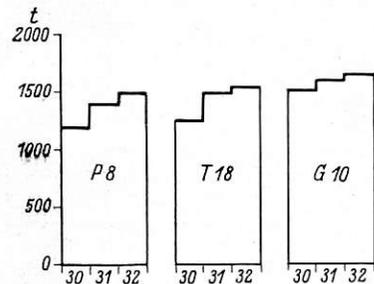


Abb. 7.

Verfeuerte Kohlenmenge zwischen zwei Hauptausbesserungen.

Früher wurden alle Arbeiten ausgeführt, die der Hauptwerkstätte nötig erschienen, wobei als einzige höhere Bestimmung leider nur die Rücksicht auf die augenblickliche Werk-

stättenbelastung abstufend wirkte. Meist kam so ein zu großer Umfang der Arbeiten zustande. Allerdings war bei den Saarbahnen im letzten Jahrzehnt, ausgehend von dem Massenartikel Güterwagen, eine Abstufung der Fahrzeuge nach Schadgruppen aufgekommen, doch war diese Einteilung nicht von oben durch eine allgemeine Plangestaltung mit dem Ziel möglicher Arbeitsverminderung geregelt, sondern nur durch zeitlich schwankende arbeitstaktische Erwägungen der Werkstätten selbst, und zwar von Fall zu Fall, beeinflusst. Immerhin bildeten die Schadgruppen den Ausgangspunkt zu einer, wenn auch anderen Art von Abstufung.

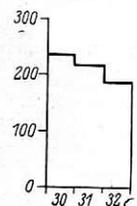


Abb. 8.

Jährliche Zahl der ZA von Lokomotiven.

Die Reichsbahn hatte in den Ausbesserungswerken die Anordnung durchgeführt, daß — immer noch von Fall zu Fall — die Bestimmung über den Umfang der Arbeiten nicht mehr durch die ausführende Stelle, sondern durch Organe erfolgte, die der Abteilung für die Ausführung dieses Grundsatzes hat sich im Saargebiet, zuerst für Güterwagen, glänzend bewährt und eine Minderung der Arbeiten um 34%, des Ausbesserungs-

standes um 3,6% gebracht. Ähnlich war die Wirkung bei Personenwagen mit 22% Arbeitsverminderung und 2% Senkung des Ausbesserungsstandes.

Die Hoffnung auf gleichen Erfolg bei der Lokomotivunterhaltung schien sich zunächst im Saargebiet wegen der großen Zahl der in nur zwei Werkstätten zu unterhaltenden Gattungen, nämlich neunzehn, nicht so schnell, und teilweise lediglich auf dem Papier verwirklichen zu lassen.

Bezüglich der Lokomotiven kam der Ausbesserungsleitung ein auf das gleiche Ziel gerichtetes Vorbild der Deutschen Reichsbahn für neue Plangestaltung der Lokomotivunterhaltung sehr erwünscht, anscheinend allerdings nur Vorstufe der endgültigen Regelung. Auch dort der Gedanke, einzelne „Untersuchungen“ im Umfang der Arbeiten scharf zu beschränken, so die „Untersuchung“ des Fahrgestells auf die

Forderungen der BO, ähnlich der im Saargebiet eingeführten KU bei Personenwagen; sie erhielt denn hier auch für Lokomotiven die Bezeichnung KU, um der Hauptwerkstätte klar zu machen, daß nur die von der BO vorgeschriebenen Arbeiten, ohne mehr oder weniger beliebige Ausbesserungen, vorzunehmen sind. Größere Ausbesserungen, wie Vermessung mit Aufarbeiten auf Neu, sollten nur gelegentlich der in längeren Zeitabschnitten stattfindenden „Inneren Untersuchungen“ der Dampfkessel vorgenommen werden, entsprechend der GRA der Personenwagen. Sie erhielten für Lokomotiven die Bezeichnung Hauptuntersuchungen (HU). Das Verhältnis der Tagewerke bei KU gegenüber HU hat sich auf 1:2,4 gestellt.

Nachdem sich die LU bei den Betriebswerken eingelebt haben, gilt es nun, auch sie selbst abzustufen. Bei der ersten LU nach einer Hauptuntersuchung von Lokomotiven oder einer GRA von Personenwagen, kann die Arbeit beschränkt werden. Ebenso brauchen nicht bei jeder LU alle Listenarbeiten erledigt zu werden, vielmehr können einzelne jedes zweite oder dritte Mal ausfallen. Umgekehrt können bei gewissen LU Mehrarbeiten eintreten, etwa bei derjenigen, auf Grund deren die fällige KU um eine Periode verschoben wird; in diesem Fall sollen z. B. bei Personenwagen die Steuerventile der Druckluftbremse ausgewechselt werden, um ihr Austrocknen zu verhüten.

Wege zur Abstufung von Zwischen- und Kleinausbesserungen sind noch nicht zu erkennen, schon weil vorläufig Fristen fehlen, die allerdings demnächst, wenigstens teilweise, gefunden werden sollen.

Am Schluß dieser Erörterung über Abstufung des Arbeitsumfangs darf nicht vergessen werden auf die Forderung hinzuweisen, daß auch die Abnahmebeamten des Betriebes in den Hauptwerkstätten in der Aufstellung ihrer Ansprüche entsprechend belehrt werden müssen.

3. Verkürzung der Fristen.

Noch einmal sei wiederholt, daß früher im allgemeinen für die „Untersuchungen“ die in der BO festgesetzten Höchstgrenzen als Regel galten, und daß alle Hauptausbesserungen, Zwischenausbesserungen und Kleinausbesserungen je nach Anfall planlos dazwischen lagen. Auch die BO 28 setzte wieder Höchstfristen fest. Wesentliche Unterschiede zwischen den BO von 1905 und 1928 sind, bei teilweiser Vereinfachung des Wortlautes folgende:

Die Vorschriften der BO 05 erfassen die Lokomotiven zunächst als Ganzes: Lokomotiven sind mindestens alle drei Jahre gründlich zu untersuchen. Die Dampfkessel sind bei diesen Untersuchungen eingeschlossen und sind außerdem nach jeder sonstigen größeren Ausbesserung zu untersuchen. Ferner, für die Dampfkessel allein: Die Dampfkessel sind spätestens alle sechs Jahre im Innern zu untersuchen. Wohl zu beachten ist, daß die Fristen von drei und sechs Jahren ineinander passen, wie aus der oberen Darstellung der Abb. 11 hervorgeht.

Die BO 28 kennt eine „Untersuchung“ der Lokomotive als Ganzes überhaupt nicht mehr, sondern nur ihrer drei Hauptteile: Fahrgestelle mit Treibwerk der Lokomotiven, sowie die Tender müssen mindestens alle drei Jahre gründlich untersucht werden. Die Dampfkessel müssen spätestens alle sechs Jahre im Innern untersucht werden. Ferner: Die Dampfkessel müssen zwischenzeitig spätestens alle vier Jahre äußerlich untersucht werden. Außerdem ist die Untersuchung der Dampfkessel „nach jeder größeren Ausbesserung“ der BO 05 in der BO 28 nur noch auf eine Wasserdrukprobe beschränkt. Auffallend ist, daß die Fristen von drei, vier und sechs Jahren sich nicht restlos ineinander fügen lassen, woraus an anderer Stelle Schlußfolgerungen

gezogen sind. Die Fristen der BO 28 sind in Abb. 11, denen der BO 05 gegenübergestellt.

Eine wichtige Neuerung der BO 28 besagt: Die Fristen dürfen um die Zeiten etwaiger Abstellungen verlängert werden, wenn die Abstellung jeweils zusammenhängend länger als zwei Monate gedauert hat, insgesamt jedoch höchstens um zwei Jahre. Eine dem Betriebsmaschinendienst zufallende Aufgabe der planwirtschaftlichen Unterhaltung ist es, durch scharfe Ausnutzung der Betriebslokomotiven von der mit der Abstellung noch nicht untersuchungsfälliger Lokomotiven verbundenen Ersparnismöglichkeit weitgehend Gebrauch zu machen, ebenso wie von der weiteren Möglichkeit, untersuchungsfällige Fahrzeuge überhaupt abzustellen. Heute kann fast nur noch hierdurch und durch zusammengedrücktere Ausnutzung der Lokomotiven seitens des Betriebsmaschinendienstes eine Steigerung der Leistungen zwischen zwei Hauptausbesserungen erreicht werden.

Schon aus der neuen Zeitgliederung geht hervor, daß es nicht in Frage kommt, die Höchstfristen ohne weiteres als Regelfristen zu verwenden, denn sie lassen sich nicht mehr ohne Rest ineinander aufteilen. Für die Ausbesserungsleitung galt es, die Abstufung des Arbeitsumfanges der Untersuchungen so abzustimmen, daß sich ohne Zwang und Kosten auf wirtschaftlich-natürlichem Weg aus den Bestimmungen der neuen BO geeignete ineinander aufgehende Fristen herausziehen ließen, eine Aufgabe, die die Reichsbahn zunächst durch die Aufteilung der Fristen, später auch durch Abstufung der Arbeiten zu lösen bereits begonnen hatte.

Die BO-Fristen für Kessel, Fahrgestelle und Tender sind in Abb. 12, obere Linie dargestellt. Um den Vorteil zu erhalten, die Lokomotive immer noch möglichst als Ganzes zu behandeln, war, da Verlängerung von BO-Fristen nicht möglich, eine Verkürzung der Frist für die Untersuchungen der Kessel und der für die Fahrgestelluntersuchung die gegebene Lösung, so daß die Fristen für Fahrgestell und Tender nunmehr in die der Kessel teilbar waren und mit ihnen zusammengelegt werden konnten. Bei der Reichsbahn wurde also die Innere Untersuchung des Kessels oder Hauptuntersuchung von der Höchstfristspanne von sechs Jahren auf eine vorläufige Regelfrist von vier Jahren, und die Fahrgestelluntersuchung oder KU von drei auf eine solche von vorläufig zwei Jahren gebracht und die Äußere Untersuchung des Kessels nach vier Jahren mit der Hauptuntersuchung zusammengelegt. Auf diese Weise ergab sich das regelmäßige Bild, wie in Abb. 12, mittlere Linie, dargestellt. Die Reichsbahn war also damit bewußt von dem Anstreben der Höchstfristen der BO abgekommen. Ein Fehler

wäre es, für diesen Schritt die Ursache nur in der formellen Absicht einer Zeitplangestaltung zu sehen. Es hat sich ganz einfach im Laufe des letzten Jahrzehnts gezeigt, daß die Kessel hochbeanspruchter Lokomotiven nicht durchschnittlich sechs Jahre aushalten, ohne nachher die Betriebswerke und Hauptwerkstätten durch sehr kostspielige Ausbesserungen an kesselkranken Lokomotiven zu belasten, daß sie aber andererseits vier Jahre aushalten, ohne zwischenzeitlich größere Abnutzungsarbeiten zu verursachen. Ferner war nach den Erfahrungen mit den alten Hauptausbesserungen, die etwa der Fahrgestelluntersuchung entsprechen, die BO-Frist von drei Jahren für letztere reichlich lang; lagen sie doch früher nur anderthalb Jahre auseinander.

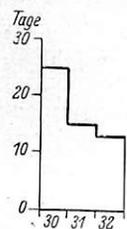


Abb. 9. Betriebsentziehung je ZA von Lokomotiven.

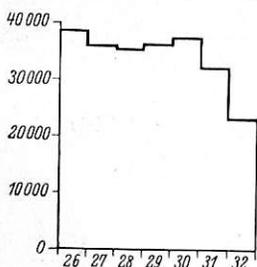


Abb. 10. Jährliche Zahl der Kleinausbesserungen von Lokomotiven.

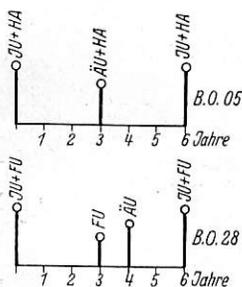


Abb. 11.

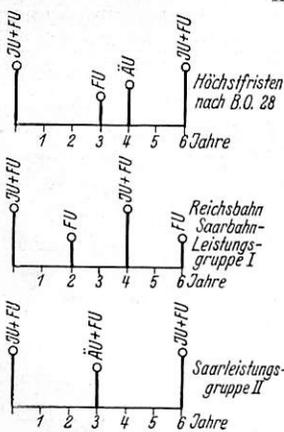


Abb. 12.

Die Eisenbahndirektion des Saargebietes hat sich zu dieser Fristenregelung der Reichsbahn etwas abweichend eingestellt. Sie hat die Verkürzung für Lokomotiven der Leistungsgruppe II einstweilen nicht für wirtschaftlich vertretbar gehalten, weil sonst die statistisch entspringenden Leistungen dem Kostenaufwand nicht entsprechen. Sie hat bei Leistungsgruppe II die Frist für die Innere Untersuchung des Kessels mit der BO-Höchstfrist von sechs Jahren gleichgesetzt, ebenso wie die Fristen für die Fahrgestelluntersuchung, jetzt KU genannt, mit der BO-Höchstfrist von drei Jahren und hat damit eine Verdoppelung der Zeitspanne für die frühere Hauptausbesserung bei der Leistungsgruppe II erreicht. Für diese stellt sich also der Zeitrhythmus gemäß Abb. 12, untere Linie, dar. Dabei muß

Schäden bei Kleinausbesserungen der Lokomotiven, als einzige Konzession, die Fristen für die äußere Untersuchung der Kessel von vier auf drei Jahre verkürzt werden, was aber wirtschaftlich bedeutungslos ist, da die Kessel dieser wenig beanspruchten Lokomotiven ihre sechs Jahre durchhalten und in der Zwischenzeit noch keine größeren Arbeiten erfordern.

Für die Leistungsgruppe I wurde die Einteilung der Reichsbahn als durchaus wirtschaftlich vorläufig unverändert übernommen. Die Fristen aller Art stellen nur eine Durchgangsstufe dar; als Folge der Auswirkung der Planunterhaltung und technischer Verbesserungen ist eine Verlängerung der Fristen zu erwarten, der sich zweifellos auch der Gesetzgeber anschließen wird. (Inzwischen geschehen durch BO 32, siehe unter c.)

4. Zwischenausbesserungen (ZA). Im Gegensatz zu den LU stehen die Zwischenausbesserungen. Haben erstere die Aufgabe, den regelmäßig auftretenden Abnutzungen zusammenfassend und vorbeugend zu begegnen, daneben auch zufällig entstandene Schäden aufzufinden und zu beseitigen, so gelten die Zwischenausbesserungen den unregelmäßigen,

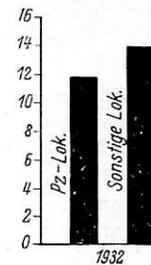


Abb. 13. Betriebsentziehung je ZA nach Lokomotivgattungen.

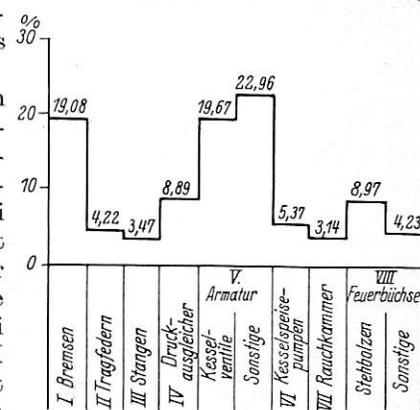


Abb. 14.

Schäden bei Kleinausbesserungen der Lokomotiven.

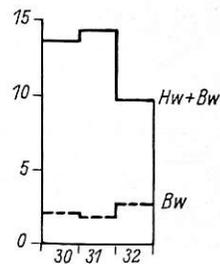


Abb. 15. Ausbesserungsstand der Lokomotiven in %.

d. h. zeitlich nicht berechenbaren Abnutzungen und plötzlich einzeln auftretenden Schäden. Sie werden im Saargebiet im allgemeinen nur in den Hauptwerkstätten vorgenommen.

Es wäre dringend zu wünschen, daß auch die ZA planmäßig geregelt werden könnten. In ihrer Natur liegt es aber, daß sie unerwartet anfallen; immerhin bestehen Ausnahmen, soweit es sich nämlich nicht um akute Schäden, sondern regelmäßige Abnutzung handelt.

Zwar ist die Ausbesserungsleitung bemüht eine Eingliederung in die übrigen Fristen von Fall zu Fall ausfindig zu machen; eine befriedigende Lösung ist aber noch nicht gelungen, weil die Verschiedenheiten der Verhältnisse und Leistungen, die die Abnutzung bedingen, sich bis in die Strecken und Dienstpläne verzweigen.

Damit soll nun nicht der Eindruck erweckt werden, als ob die ZA eine zu vernachlässigende Kleinigkeit darstellten, sind doch 60% aller Zuführungen von Lokomotiven zu den Hauptwerkstätten ZA. Einstweilen mußte sich die Ausbesserungsleitung begnügen, die Wirtschaft noch nicht in einer Friststellung, sondern zunächst allein in der tunlichsten Abkürzung der Betriebsentziehungen durch die ZA zu suchen. Daher sind die ZA in der Hauptwerkstätte vorrangig zu behandeln, auch auf Kosten größerer Arbeiten an anderen Lokomotiven mit Untersuchungen. Alles an Kräften und Einrichtungen muß für die ZA aufgeboren werden. Eine weitere Möglichkeit zur Abkürzung der ZA liegt in der getroffenen Regelung der unverweilten und schnellen Zufuhr zur Hauptwerkstätte: Sofortige fernmündliche Anmeldung — man vermeide das verzögerungsgeladene Wort Vormeldung! — bei der Hauptwerkstätte und Verabredung der Stunde des Eintreffens, damit schon alles zum Empfang der Lokomotive und zur ungesäumten Inangriffnahme der Arbeiten bereitsteht. Ebenso schnelle Rückgabe der Lokomotive an den Betrieb! Unter den ZA selber wird nach jeweils für den Betrieb dringlichen oder weniger dringlichen Lokomotivarten unterschieden, z. B. Personenzug — gegen Güterzuglokomotiven, Leistungsgruppe I gegen II.

Die Dauer der Betriebsentziehung durch ZA hat sich vermindert nach Abb. 9; sie stellt sich für 1932, getrennt nach Personenzug- und sonstigen Lokomotiven, nach Abb. 13. Außer den erwähnten Beschleunigungsmaßnahmen haben zu diesem Erfolg nachweislich die LU ausschlaggebend beigetragen dadurch, daß neben der eigentlichen ZA-Ursache sonstige Schäden nicht mehr auszubessern sind. Auch ohnedies sah die Ausbesserungsleitung schon seit Jahren scharf darauf, daß bei den ZA der Umfang der Arbeiten möglichst nur auf die Ausbesserungen beschränkt wird, die die Zuführung zur Werkstätte veranlaßt haben. Hierüber sind genaue Richtlinien herausgegeben. Die Unklarheit über die an eine ZA zu stellenden Anforderungen bildet eine Quelle der mannigfachsten Schiebungen; Kostenermittlung, Kilometerberechnung der Statistik und nicht zuletzt eine etwaige Laufkilometer-Prämie könnte man sich durch diese Unbestimmtheit beeinflussen lassen.

Neben der Abnahme der Dauer der ZA (Abb. 9) ist eine starke Verminderung ihrer Zahl festzustellen, wie Abb. 8 beweist. Die Ursache für die schon seit Jahren eingetretene Besserung in anderen Umständen als den LU zu suchen, wenigstens zum allergrößten Teil, wäre wohl nicht richtig.

5. Kleinausbesserungen.

Zur Erforschung der Ursachen für die Kleinausbesserungen in den Betriebswerkstätten sind vor einigen Jahren Reparaturbuchabschlüsse*) gemacht worden. Die Gesamtzahl der Ausbesserungsfälle im Jahre ist durchschnittlich für eine Lokomotive zu 115 festgestellt, durch die im ganzen unmittel-

*) Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. 1929, S. 617.

bare und mittelbare Ausgaben in Höhe von 5000000 fr. entstehen. Die Verteilung der Schäden auf die Einrichtungen der Lokomotiven gehen aus Abb. 14 hervor. Die Regellosigkeit in den Kleinausbesserungen gab den ersten Anstoß zur Einführung der LU. Der Erfolg war der, daß ihre Zahl zurückging (Abb. 10). Doch läßt sich der verbliebene Rest vielleicht noch verkleinern. Es ist der Ausbesserungsleitung gelungen, diesen Rest zum Teil auf gruppenweise Behandlung, womöglich in Verbindung mit den Kesselauswaschungen, zusammenzudrängen, so daß nur diejenigen Ausbesserungen sofort einzeln erfolgen, die sich nicht entweder bis zum Auswaschen oder der nächsten LU oder zu einer Art Kleinausbesserungstag verschieben zu lassen.

Als Auswirkung der getroffenen Maßnahmen unter b sei die Verminderung des Ausbesserungsstandes in Abb. 15 dargestellt; die gestrichelte Linie gibt den Anteil der Betriebswerke wieder.

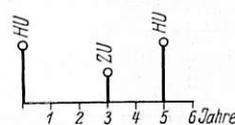


Abb. 16.

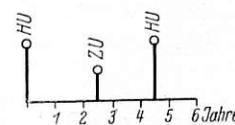


Abb. 17.

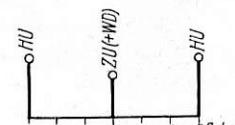


Abb. 18.

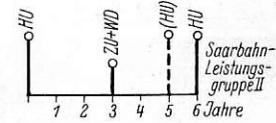
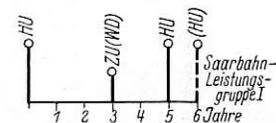
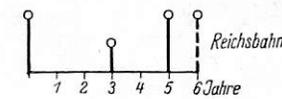
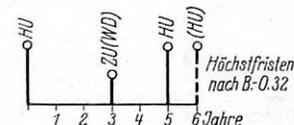


Abb. 19.

e) Neueste Gesetzgrundlage.

Zweifellos zur Anpassung an die in den letzten Jahren bei der Planunterhaltung der Lokomotiven gewonnenen Erfahrungen ist inzwischen in Bestätigung der am Schluß von b, 3. ausgesprochenen Erwartung der § 43 der BO Anfang 1932 wieder geändert worden. Man hat die einem noch tastenden Stadium entsprungene Zerlegung der Vorschriften nach Kessel, Fahrgestell und Tender aufgegeben, die Lokomotive wieder als Ganzes aufgefaßt und in die Untersuchungen eine Abstufung gelegt. Die die lange Zeitspanne von sechs Jahren umfassende höchste Frist ist auf fünf Jahre ermäßigt; sie bestimmt die „Hauptuntersuchungen“ (HU), dabei sind die Kessel im Innern „zu untersuchen“. Spätestens nach drei Jahren hat eine „Zwischenuntersuchung“ (ZU) stattzufinden, hauptsächlich für das Fahrgestell, aber auch für den Dampfkessel, jedoch für letzteren nur eine äußerliche. Wird bei dieser Gelegenheit eine Wasserdruckprobe vorgenommen, so kann die Frist für die HU auf sechs Jahre — die alte Zahl — erweitert werden.

Die Möglichkeit infolge Abstellung der Lokomotiven die Fristen zu verlängern, ist von zwei Jahren in der BO 28 nunmehr auf ein Jahr herabgesetzt worden.

Zunächst springt bei den neuen Bestimmungen wieder ins Auge, daß die Grundfristen fünf und drei Jahre nicht ineinander aufgehen, so daß das Zeitbild nach Abb. 16 entsteht. Aber die darin enthaltene unsymmetrische Einteilung ist nach früher gegebenen Gründen durchaus sachgemäß.

Ob die Reichsbahn schon jetzt auf die Fünfjahrfrieten im Gegensatz zu den bisherigen Vierjahrfrieten aufbauen wird, ist noch nicht bekannt.

Die Eisenbahndirektion des Saargebiets hat begonnen für die Leistungsgruppe I die Vierjahresfristen allmählich auf fünf Jahre zu verlängern, je nach Bewährung der Verbesserungen im Kesselbau und in der Stangenunterhaltung. Vorläufig wird zweieinhalb Jahre nach einer HU eine ZU und dann nach zwei Jahren wieder eine HU angesetzt (Abb. 17). Mit Bestimmtheit ist damit zu rechnen, daß in nicht zu ferner Zeit mit der Zeitenfolge nach Abb. 16 gearbeitet werden wird.

Für die Leistungsgruppe II bleibt es bei drei und sechs Jahren, wobei regelmäßig bei der ZU eine Wasserdruckprobe vorgenommen wird (Abb. 18).

Abb. 19 zeigt oben das zeitliche Bild der BO 32, worin die punktierte Linie die Verschiebung der HU bedeutet,

wenn bei ZU die Wasserdruckprobe gemacht wird. Die zweite Linie zeigt das gleiche Bild für die Praxis der Reichsbahn, also den Regelfall mit fünfjährigem und den Ausnahmefall mit sechsjährigem Abstand der HU. Hiermit deckt sich auch die dritte Linie, nämlich die Handhabung der Saarbahn bei den Lokomotiven der Leistungsgruppe I. Die nächste Linie gibt die Regel für die Leistungsgruppe II mit sechs, die Ausnahme mit fünf Jahren an.

Der Fortschritt der BO 32 liegt in dem restlosen Anpassen der Fristen an die wirkliche Planunterhaltung, was durch Vergleich der Abb. 19 mit 12 ersichtlich wird. Die Fristen der BO 28 in Abb. 11 und 12 zeigen dreierlei verschiedene Formen der Untersuchungen, die der Abb. 19 nur noch zweierlei.

(Schluß folgt.)

Vergleichsversuche mit einer Zwilling- und einer Drillingslokomotive.

Von Oberbaurat Ing. Lehner, Wien.

Hierzu Tafel 20.

In den Jahren 1928 und 1929 wurde von den Österreichischen Bundesbahnen eine für Europa neue Lokomotivtype der Achsfolge 1 D 2 in zwei Probeausführungen geschaffen. Die eine der beiden Lokomotiven wurde als Heißdampf-Zwillingmaschine, die andere als Heißdampf-Drillingslokomotive gebaut. Eine Beschreibung beider Typen befindet sich im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1930, Heft 6/7. Man wollte damit ein klares Bild über die Bewährung beider Bauarten im Betriebe gewinnen, und zwar sowohl in bezug auf die konstruktive Bewährung als auch auf die allgemeine Betriebswirtschaft. Aus der nachstehenden Zusammenstellung können die wichtigsten Abmessungen beider Lokomotiven entnommen werden.

Kessel beider Lokomotivreihen:

| | |
|---|---------------------|
| Rostfläche | 4,72 m ² |
| Heizfläche, feuerberührt | |
| der Feuerbüchse | 18,7 „ |
| „ Heizrohre | 146,6 „ |
| „ Rauchrohre | 96,7 „ |
| Verdampfungsheizfläche, feuerberührt | 262,0 „ |
| 151 Heizrohre 51,5/57 mm Durchmesser, 6000 mm Länge zwischen den Rohrwänden | |
| 38 Rauchrohre 135/143 mm Durchmesser | |
| Überhitzer Bauart Schmidt, dampfberührte Heizfläche 77,8m ² , 38 Elemente 30/38 mm Durchmesser | |
| Dampfdruck 15 atü | |
| Wasserinhalt des Kessels bei 150 mm Wasserstand über Feuerbüchsenplatte 9,7 m ³ . | |

Dampfmaschine.

| | Zwillinglok. Reihe 214 | Drillingslok. Reihe 114 |
|---|---------------------------|----------------------------|
| Zylinderdurchmesser . . . | 650 mm | 530 mm |
| Kolbenhub | 720 „ | 720 „ |
| Treibraddurchmesser bei 50 mm Radreifenstärke | 1900 „ | 1900 „ |
| Äußere Steuerung . . . | Heusinger | Marshall |

Innere Steuerung bei beiden Lokomotiven: Wälzhebelsteuerung, Bauart Lentz.

Die folgenden Darlegungen sollen zeigen, in welcher Weise die Erprobung beider Versuchlokomotiven vorgenommen wurde, und zu welchen Ergebnissen man dabei gelangte.

Sobald die Lokomotiven nach ihrer Ablieferung gut eingelaufen waren und die Lokomotivmannschaften sich mit der Bedienung der Maschinen vertraut gemacht hatten, schritt man an die Vornahme von Versuchsfahrten mit Indikatoren und Zugkraftmeßwagen. Derartige Fahrten müssen bei den Österreichischen Bundesbahnen wegen der geringen zur Verfügung stehenden Mittel mit fahrplanmäßigen Zügen gemacht

werden und nur Fahrten mit außergewöhnlich hohen Belastungen oder Geschwindigkeiten werden mit Sonderzügen ausgeführt. Bei allen Meßfahrten wird ein Meßwagen verwendet, der mit den nötigen Apparaten ausgestattet ist. So hat er neben einem schreibenden Federzugkraftmesser noch eine Rauchgasprüfanlage, einem Dampfmesser zur Feststellung des für die Dampfheizung verwendeten Dampfes, sowie alle zur Überprüfung der Bremsvorrichtung nötigen Apparate. Eine reichlich bemessene Akkumulatorenbatterie versorgt die verschiedenen Meßinstrumente mit Strom. Gearbeitet wird bei den Meßfahrten stets so, daß der Versuchsleiter auf der Lokomotive alle für die Beurteilung des Kessels und der Dampfmaschine nötigen Werte aufnimmt, während sein Gehilfe im Meßwagen nur auf die dort befindlichen Apparate zu achten hat und außerdem deren Anzeigen von Minute zu Minute aufschreibt. Aufgenommen werden auf der Lokomotive folgende Werte:

Dampfdruck, meist auch der Ventilkastendruck, Rauchkammerluftverdünnung, Überhitzung des Dampfes, Vorwärmung des Speisewassers, Abgastemperatur, Stellung des Reglers, Stellung der Steuerung, Speisen mit dem Strahlapparat, Speisen durch den Vorwärmer, Feuern. Außerdem werden die Aufnahme von Dampfdruckschaulinien, sowie das Abblasen von Sicherheitsventilen oder andere außergewöhnliche Ereignisse verzeichnet.

Die Aufzeichnungen auf der Lokomotive erfolgen minutlich in Form von Kurven wie sie in der Textabb. S. 282 für einen Teil der Versuchsstrecke dargestellt sind. Dampfdruckschaubilder werden mittels elektrisch gesteuerten Fernschreibindikatoren im allgemeinen jede vierte Minute, aber unbedingt auch dann aufgenommen, wenn durch den Führer irgendeine Änderung des Beharrungszustandes der Lokomotive, wie Änderung der Regleröffnung, der Füllung oder der Geschwindigkeit vorgenommen wird.

Im Meßwagen zeichnet der Gehilfe des Versuchsleiters und die dort befindlichen Apparate die Zugkraft, die Geschwindigkeit, den Dampfverbrauch für die Heizung, sowie die Rauchgaszusammensetzung auf. Indikatoraufnahmen werden sowohl auf dem Geschwindigkeits-, als auch auf dem Zugkraftmesserstreifen verzeichnet, auf letzterem wird auch die Streckenlänge markiert.

Die zur Verbrennung gelangende Kohle wird in Körben genau zugewogen. Das Wasser wird am Tender durch vier an den Ecken des Wasserkastens angebrachte Wasserstandsgläser bestimmt und außerdem hinter dem Vorwärmer durch einen Volumemesser gemessen. Dies ist nötig, da die Österreichischen Bundesbahnen ausschließlich Kondensationsvorwärmer benützen, wobei natürlich die vom Vorwärmer dem

Kessel zugeführte Wassermenge stets erheblich größer ist, als jene, welche dem Vorwärmer vom Tender her zufließt.

Um bei der Vornahme von derartigen Vergleichsversuchen ein richtiges Bild von der Wärmewirtschaft der beiden zu vergleichenden Lokomotiven zu erhalten, ist es nötig, die Versuche stets auf der gleichen Strecke und mit den gleichen Zügen, also mit den gleichen Geschwindigkeiten vorzunehmen. Um aber Ergebnisse über größere Leistungsbereiche der Lokomotiven zu bekommen, werden die einzelnen Zugbelastungen geändert.

Gefahren wurde in der Strecke Wien—Linz mit dem gleichen Tagesschnellzug. Die gesamte Versuchszeit betrug dabei ungefähr 3 Std. Verwendet wurde für alle Fahrten die gleiche Kohle von einem unteren Heizwerte von 7000 WE.

Die nachstehende Zusammenstellung gibt die erhaltenen Werte der einzelnen Fahrten wieder.

Zu dieser Zusammenstellung sei folgendes erläuternd ausgeführt:

Die Zugbelastungsziffer gibt die am Tenderzughaken hängende Last, einschließlich Meßwagen an. Das gleiche gilt von der Achsenzahl. Als Versuchsdauer wurde die Zeit von der Abfahrt des Zuges bis zu dessen Ankunft in Linz (Stillstand) eingesetzt. In dieser Zeit ist daher die Zeit der Fahrten mit abgestelltem Regler und die Anhaltezeit in den beiden Halte-

punkten St. Pölten und Amstetten inbegriffen. Die als Reglerzeit in den Tafeln angegebenen Zeiten beziehen sich auf die Fahrten mit geöffnetem Regler, sind also die reinen Arbeitszeiten der Lokomotivdampfmaschine. Die Dampfhaltezeiten beziehen sich sowohl auf den Stillstand des Zuges, als auch auf die Fahrten mit geschlossenem Regler in der Zeit von Abfahrt des Zuges von Wien bis zum Augenblick seines Stillstands in Linz. Um den Kohlenverbrauch genau erfassen zu können, wurde darauf gesehen, daß die Brennstoffschicht im Augenblick der Ankunft im Endhaltepunkt gleich hoch mit jener bei der Abfahrt von der Ausgangsstation war. In der Kohlenverbrauchsziffer erscheint demnach diese Kohlenmenge nicht, sondern nur jene, die vom Augenblick der Abfahrt bis zu jenem der Ankunft in Linz verfeuert wurde. Die bei nicht arbeitendem Kessel, also bei geschlossenem Regler verbrannte Kohlenmenge wurde durch Versuch bestimmt und beträgt 40 kg für den m² Rostfläche und 1 Std. Sie ist in der Spalte der Tafeln „Kohle für das Dampfhalten“ angegeben. Wie die Dampfhaltekohle, so wurde auch die Kohle für die Bremse während der Fahrt durch Dauerversuch aus dem verbrauchten Wasser und der Verdampfungsziffer der verwendeten Kohle bestimmt. Weniger genau konnte die für den Luftsauger der Rauchgasprüfanlage und für die Zugheizung benötigte Kohlenmenge ermittelt werden. Man erhielt sie aus der vom Dampf-

Zusammen-
Versuchsfahrten mit Lok. 114.01.

| Fortlaufende Nummer | Zugbelastung | Achsenanzahl | Versuchsdauer | Reglerzeit | Streckenlänge mit offenem Regler durchfahren | Mittlerer Steigungswiderstand für die Strecke unter 6 | Mittlerer Widerstand für Lok. und Tender für die Strecke unter 6, ohne Steigungswiderstand | Gesamter Kohlenverbrauch | Kohle für Lokomotiv-Dampfmaschine | Kohle für Lokomotiv-Dampfmaschine in NK von 4400 WE | Gesamt-Wasserverbrauch | Wasser für Lokomotiv-Dampfmaschine | Rostbeanspruchung für 1 m ² Rostfläche und Stunde | Mittlerer Kesseldruck | Mittlere Temperatur des überhitzten Dampfes | Mittlere Temperatur in der Rauchkammer | Mittlere Temperatur des Speisewassers | Gesamte indizierte Arbeit | Gesamtarbeit am Tenderzughaken |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|------------|--|---|--|--------------------------|-----------------------------------|---|------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|---|--|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | t | | Stunden | | km | kg/t | | kg | | | l | | kg/m ² h | atü | ° C | | | PSih | PSeh |
| 1 | 377 | 39 | 3,071 | 1,928 | 124 | 2,5 | 12,6 | 2800 | 2280 | 3630 | 24210 | 22297,2 | 282 | 14,9 | 345 | 272,8 | 95,9 | 2535 | 1472 |
| 2 | 340 | 35 | 2,975 | 2,075 | — | — | — | 2623 | 2190 | 3480 | 22865 | 19285 | 250 | 13,8 | 326,6 | 265 | 96,6 | — | 1300 |
| 3 | 385 | 39 | 3,03 | 1,84 | 148 | 2,12 | 13,2 | 2680 | 2161 | 3440 | 22280 | 17970 | 270 | 15,1 | 334,5 | 269 | 99 | 2690 | 1398 |
| 4 | 479 | 51 | 3,067 | 2,018 | — | — | — | 3240 | 2319 | 3800 | 24668 | 19854 | 282 | 15,0 | 336,1 | 277,1 | 103,6 | — | 1851 |
| 5 | 485 | 51 | 1,035 | 0,84 | 47 | 3,34 | 17,4 | 1220 | 1059 | 1685 | 9937 | 8630 | 298 | 14,3 | 331,5 | 273,3 | 96,6 | 1215 | 710 |
| 6 | 330 | 35 | 2,942 | 2,199 | 153 | 2,04 | 12,9 | 2800 | 2180 | 3470 | 22815 | 19520 | 235 | 14,4 | 304 | 262,4 | 92,5 | 2860 | 1545,8 |
| 7 | 521 | 55 | 3,072 | 2,171 | 142 | 2,2 | 12,7 | 3640 | 2700 | 4300 | 28480 | 23968 | 303 | 14,8 | 308 | 276,7 | 100,7 | 3300 | 2108 |
| 8 | 561 | 63 | 3,181 | 2,06 | — | — | — | 5240 | 4510 | 7180 | 37590 | 32372 | 485 | 13,3 | 328,7 | 280,3 | 96,2 | — | 2506,6 |
| 9 | 615 | 67 | 3,26 | 2,26 | 159 | 1,97 | 10,3 | 4017 | 3320 | 5280 | 32945 | 27523 | 246 | 13,5 | 319,3 | 251,6 | 98 | 3415 | 2301,6 |
| 10 | 560 | 63 | 2,88 | 2,229 | — | — | — | 3440 | 3085,5 | 4920 | 29540 | 26490 | 315 | 14,69 | 324,3 | 264,9 | 101,5 | — | 1890 |
| 11 | 579 | 63 | 3,17 | 2,43 | — | — | — | 3848,5 | 3420 | 5450 | 31595 | 28145 | 330 | 13,97 | 324,7 | 269,6 | 90,6 | — | 2080 |
| 12 | 600 | 67 | 2,917 | 2,32 | 158 | 1,98 | 12,7 | 3640 | 3432,4 | 5460 | 29910 | 28205 | 322 | 13,7 | 328,9 | 313,4 | 90,2 | 3835 | 2286 |

Versuchsfahrten mit Lok. 214.01 im Juli 1929.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|----|--------|--------|-------|------|-------|------|--------|------|-------|---------|-----|-------|-------|--------|-------|------|---------|
| 1 | 384 | 39 | 2,685 | 2,02 | 149,4 | 2,1 | 9,6 | 2345 | 2133,9 | 3400 | 18900 | 17198,0 | 232 | 13,37 | 321,1 | 268 | 78 | 2450 | 1453,3 |
| 2 | 492 | 51 | 2,690 | 2,106 | 153,0 | 2,04 | 11,96 | 2480 | 2293,2 | 3656 | 21750 | 20112,0 | 238 | 13,30 | 315,0 | 275,74 | 86,5 | 2800 | 1589 |
| 3 | 507 | 51 | 2,686 | 2,00 | 143,1 | 2,18 | 11,82 | 2760 | 2534,2 | 4040 | 20275 | 18616,0 | 278 | 13,80 | 336,0 | 274,2 | 19 | 2960 | 1776 |
| 4 | 585 | 59 | 3,0025 | 2,1068 | 135,5 | 2,32 | 11,38 | 2810 | 2558,7 | 4080 | 25700 | 23400,5 | 266 | 13,65 | 337,0 | 262,0 | 96,75 | 3200 | 2155 |
| 5 | 552 | 63 | 2,492 | 1,697 | 127,4 | 2,37 | 11,83 | 2860 | 2624,4 | 4190 | 24500 | 22579,5 | 338 | 14,00 | 335,6 | 273,4 | 95,8 | 3020 | 1988 |
| 6 | 614 | 67 | 2,567 | 2,018 | — | — | — | 3220 | 3025,4 | 4820 | 25800 | 24321,0 | 345 | 13,38 | 346,0 | 285,34 | 89,8 | — | 2339,74 |
| 7 | 672 | 79 | 2,7030 | 1,943 | 144,7 | 2,16 | 13,14 | 4070 | 3823,6 | 6100 | 30500 | 28742,6 | 428 | 13,71 | 353,0 | 307,0 | 97,8 | 4115 | 2827 |

messer angegebenen Dampfmenge und der Verdampfungsziffer, wobei für letztere der Quotient aus der gesamten verdampften Wassermenge und der gesamten verbrannten Kohlenmenge während der Versuchszeit eingesetzt wurde. Die Kohlenmenge, welche zur Erwärmung des abgeflossenen Schlabberwassers nötig war, wurde rechnerisch aus der Temperatur und der Menge des beim Speisen mit den Strahlapparaten abfließenden Schlabberwassers bestimmt. Die beiden letzteren Größen wurden durch Versuch festgestellt. Zieht man alle diese für Nebenleistungen und für das Dampfhalten aufgewendeten Kohlenmengen vom Gesamtkohlenverbrauch für die Fahrt von Wien bis Linz ab, so erhält man jene Kohlenmenge, welche zur Erzeugung des Dampfes, der in der Dampfmaschine verbraucht wird, nötig ist. In Spalte 11 ist diese Kohlenmenge auf die bei den Österreichischen Bundesbahnen übliche Menge an Normalkohle von 4400 WE umgerechnet. Die Wasserverbrauchsziffern wurden sinngemäß wie die Kohlenverbrauchsziffern erstellt. Dabei ist zu bemerken, daß zur Wassermessung in diesem Falle ausschließlich die Angaben des Siemensschen Wassermessers zwischen Vorwärmer und Kessel benutzt wurden. Die Differenz zwischen diesen Angaben und den Ablesungen an den Wasserstandsgläsern des Tenders gibt die Menge des im Vorwärmer kondensierten Dampfes. Sie beträgt je nach der Anstrengung der Lokomotive 10 bis 16%

des gesamten Dampfverbrauchs. Die Arbeit am Tenderzugwagen wurde mittels Federdynamometer gemessen. Den Papierstreifen dieses Apparates befördert die Meßachse des Meßwagens, so daß die von der Zugkraftlinie umschriebene Fläche ein unmittelbares Maß der geleisteten Arbeit ergibt. Als Rostbeanspruchung wurde die auf 1 m² Rostfläche in 1 Std. verbrannte Kohlenmenge eingesetzt. Dabei kommt jedoch für die Errechnung dieser Zahl nur die in der Reglerzeit verbrauchte Kohle in Betracht. Da alle Fahrten mit gleicher Kohlensorte ausgeführt wurden, kann man für die Berechnung der Rostanstrengung auf die Umrechnung der verbrannten Kohlenmengen auf die erzeugten Wärmemengen verzichten und die Brennstoffmengen selbst zum Vergleich heranziehen. Die mittlere indizierte Arbeit wurde durch Auftragen der aus den Dampfdruckschaulinien erhaltenen indizierten Zugkräfte über der Zughakenzugkraftlinie erhalten, was dadurch möglich ist, daß jede Diagrammaufnahme elektrisch auf dem Zugkraftmesserstreifen vermerkt wird. Die Verbrauchsziffern für Kohle und Wasser je Pferdekraftstunde beziehen sich alle auf Reglerzeit und auf die ausschließlich für die Dampfmaschine verbrauchten Mengen. Die Nebenleistungen des Kessels wie Bremsbetrieb, Heizung usw. sind in diesen Zahlen also nicht inbegriffen. Zu den verschiedenen Wirkungsgraden sei folgendes ausgeführt.

stellung.

Strecke Wien—Linz (189 km).

| Mittlere indizierte Leistung | Mittlere Leistung am Tenderzughaken | Normalkohle von 4400 WE für eine PS _{ih} | Normalkohle von 4400 WE für eine PS _{eh} | Wasser für eine PS _{ih} | Wasser für eine PS _{eh} | Mechanischer Wirkungsgrad | Indizierter Wirkungsgrad | Wirtschaftlicher Wirkungsgrad | Kesselwirkungsgrad | Maschinenwirkungsgrad | Thermischer Wirkungsgrad der Lokomotive | Gesamtwirkungsgrad | Wärmeinhalt des verbrauchten Dampfes ab 0° C für die PS _{ih} | Wärmeinhalt des verbrauchten Dampfes ab Vorwärmertemperatur für die PS _{ih} | Anmerkung |
|------------------------------|-------------------------------------|---|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|---|--------------------|---|--|---|
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| PS _i | PS _e | kg/PS _{ih} | kg/PS _{eh} | l/PS _{ih} | l/PS _{eh} | η_m | η_i | η_w | η_k | η_t | η_{t_0} | η | i ₀ /PS _{ih} | i/PS _{ih} | |
| 1315 | 764 | 1,445 | 2,48 | 7,85 | 13,5 | 0,582 | 0,625 | 0,087 | 0,805 | 0,108 | 0,173 | 0,0505 | 5900 | 5150 | |
| — | 628 | — | 2,7 | — | 14,71 | — | — | — | 0,81 | — | — | — | — | — | Keine Dampfdiagramme |
| 1460 | 759 | 1,22 | 2,36 | 6,68 | 12,85 | 0,52 | 0,734 | 0,102 | 0,805 | 0,127 | 0,173 | 0,053 | 5000 | 4300 | |
| — | 919 | — | 1,95 | — | 10,71 | — | — | — | 0,805 | — | — | — | — | — | Keine Dampfdiagramme |
| 1447 | 845 | 1,33 | 2,24 | 7,1 | 12,16 | 0,585 | 0,71 | 0,096 | 0,80 | 0,120 | 0,169 | 0,055 | 5250 | 4560 | Keine Dampfdiagramme |
| 1300 | 704 | 1,22 | 2,26 | 6,84 | 12,62 | 0,54 | 0,762 | 0,104 | 0,815 | 0,127 | 0,167 | 0,056 | 5000 | 4330 | Meßfahrt bis St. Pölten |
| 1520 | 972 | 1,22 | 2,06 | 7,25 | 11,34 | 0,638 | 0,703 | 0,094 | 0,79 | 0,120 | 0,171 | 0,06 | 5280 | 4550 | |
| — | 1249 | — | 2,87 | — | 13,44 | — | — | — | 0,689 | — | — | — | — | — | Sonderfahrt, nicht verwendbar, keine Dampfdiagramme |
| 1510 | 1020 | 1,55 | 2,3 | 8,05 | 11,94 | 0,674 | 0,645 | 0,081 | 0,76 | 0,107 | 0,166 | 0,0543 | 5900 | 5100 | |
| — | 848 | — | 2,47 | — | 14,0 | — | — | — | 0,783 | — | — | — | — | — | Keine Dampfdiagramme |
| — | 857 | — | 2,48 | — | 13,5 | — | — | — | 0,79 | — | — | — | — | — | Keine Dampfdiagramme |
| 1655 | 986 | 1,425 | 2,39 | 7,36 | 12,35 | 0,597 | 0,698 | 0,087 | 0,752 | 0,116 | 0,166 | 0,052 | 5450 | 4800 | Ohne Wagenheizung |

Strecke Wien—Linz (189 km).

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|--------------------------------|
| 1212 | 720 | 1,382 | 2,33 | 7,02 | 11,80 | 0,594 | 0,743 | 0,094 | 0,767 | 0,122 | 0,164 | 0,056 | 5220 | 4680 | |
| 1330 | 754 | 1,30 | 2,29 | 7,18 | 12,65 | 0,567 | 0,732 | 0,098 | 0,82 | 0,12 | 0,164 | 0,056 | 5290 | 4670 | |
| 1480 | 888 | 1,36 | 2,273 | 6,30 | 10,50 | 0,600 | 0,812 | 0,106 | 0,762 | 0,135 | 0,167 | 0,0636 | 4700 | 4570 | Ohne Dabegpumpe |
| 1520 | 1022 | 1,265 | 1,88 | 7,10 | 10,85 | 0,674 | 0,689 | 0,102 | 0,854 | 0,12 | 0,174 | 0,069 | 5460 | 4760 | |
| 1780 | 1172 | 1,380 | 2,104 | 7,47 | 11,35 | 0,659 | 0,674 | 0,088 | 0,797 | 0,11 | 0,163 | 0,058 | 5560 | 4850 | Bis Asten—St. Florian |
| — | 1159 | — | 2,06 | — | 10,40 | — | — | — | 0,758 | — | — | 0,0697 | — | — | Indizierung nur bis Rekawinkel |
| 2118 | 1456 | 1,48 | 2,155 | 7,00 | 10,15 | 0,688 | 0,705 | 0,085 | 0,703 | 0,12 | 0,17 | 0,0585 | 5260 | 4560 | Ungünstige Witterung |

Als mechanischer Wirkungsgrad gilt das Verhältnis der Arbeit am Tenderzughaken zur indizierten Arbeit.

$$\eta_m = \frac{N_z}{N_i}$$

Für den indizierten Wirkungsgrad wurde das Verhältnis der indizierten Arbeit zur Arbeit der verlustlosen Dampfmaschine gesetzt, wobei für den einströmenden und ausströmenden Dampf die gleichen Verhältnisse, wie sie jeweils durch die Dampfdruckschaulinien und die Dampftemperaturen festgestellt werden konnten, gesetzt wurden.

$$\eta_i = \frac{N_i}{N_o}$$

Den wirtschaftlichen Wirkungsgrad stellt der Quotient aus dem Wärmewert der indizierten Arbeit durch die Wärme-

c_p die spezifische Wärme des Heißdampfes bei konstantem Druck.

$t_{\bar{u}}$ die Temperatur des überhitzten Dampfes.

t jene des trocken gesättigten Dampfes.

D die erzeugte überhitzte Dampfmenge in kg.

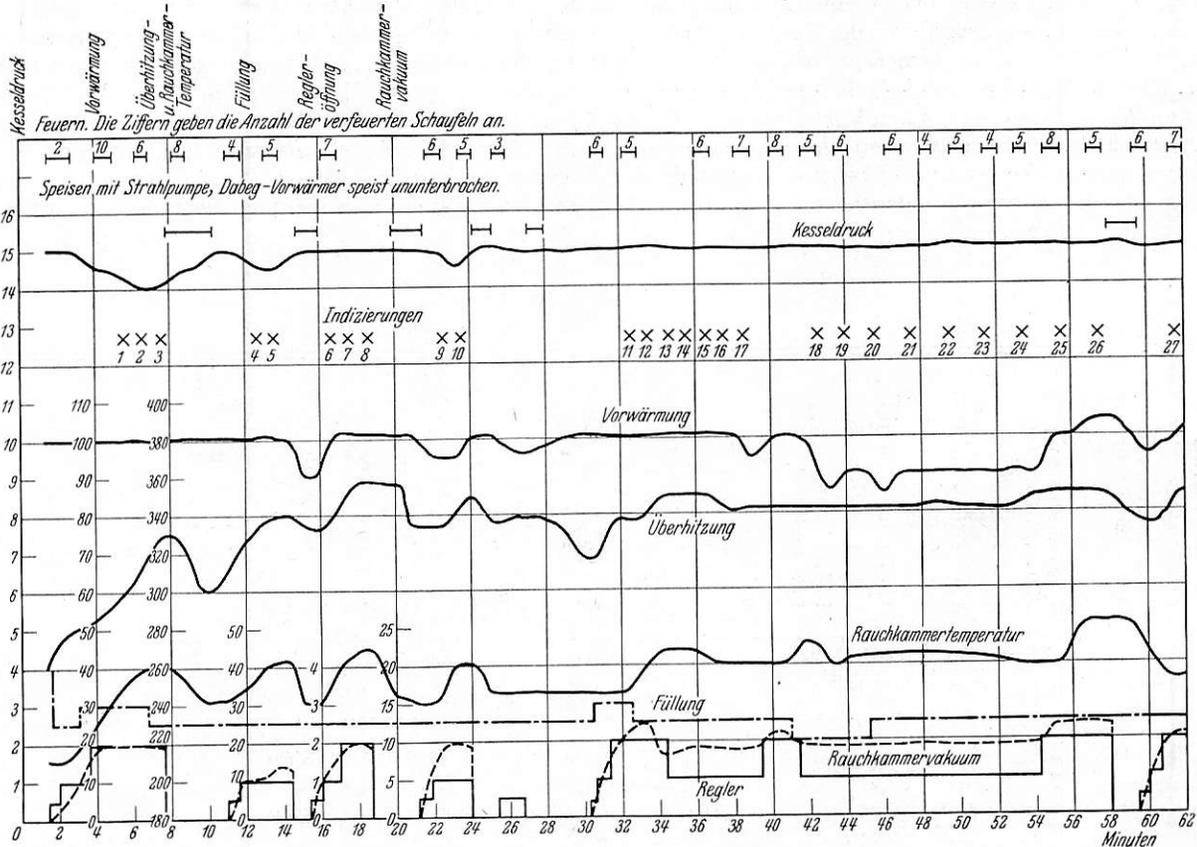
d die für die Nebenapparate verbrauchte Naßdampfmenge.

$K \cdot H$ ist der Wärmewert der verbrannten Kohle.

Als Maschinenwirkungsgrad η_t ist der Quotient aus dem Wärmewert der indizierten Arbeit und dem Wärmewert des für diese Arbeit benötigten Dampfes genommen.

$$\eta_t = \frac{A \cdot N_i}{D [i'' - t_w + c_p (t_{\bar{u}} - t)]}$$

Der thermische Wirkungsgrad der Lokomotive ist das Verhältnis der in der Arbeit der verlustlosen Maschine



Auf der Lokomotive aufgenommene Werte.

menge dar, welche in der für diese Arbeit verbrauchten Kohle steckt.

$$\eta_w = \frac{A \cdot N_i}{K \cdot H}$$

wobei K die Kohlenmenge und H deren unterer Heizwert ist.

Der Kesselwirkungsgrad wird erhalten, wenn man das Verhältnis der Wärmemenge des vom Kessel erzeugten Dampfes zur Wärmemenge der dazu verbrauchten Kohle bildet. Da bei einem Lokomotivkessel ein Trennen der für die Verdampfung aufzuwendenden Kohlenmenge, von jener für die Überhitzung benötigten, praktisch unmöglich ist, so erscheint der Wirkungsgrad des Überhitzers im Kesselwirkungsgrad eingeschlossen.

$$\eta_k = \frac{D [i'' - t_w + c_p (t_{\bar{u}} - t)] + (i'' - t_w) d}{K \cdot H}$$

Dabei bedeutet

„ i'' “ die Gesamtwärme des trocken gesättigten Dampfes.

t_w die Temperatur des dem Kessel zugeführten Wassers.

Also die Vorwärmertemperatur.

steckenden Wärmemenge zur Wärmemenge welche für die wirkliche Maschine aufgewendet wurde.

$$\eta_{t_o} = \frac{A N_o}{D [i'' - t_w + c_p (t_{\bar{u}} - t)]}$$

Das Produkt aus indiziertem Wirkungsgrad und thermischem Wirkungsgrad gibt den Maschinenwirkungsgrad.

$$\eta_t = \eta_i \cdot \eta_{t_o}$$

multipliziert man diesen mit dem Kesselwirkungsgrad, so erhält man den wirtschaftlichen Wirkungsgrad

$$\eta_t \cdot \eta_k = \eta_w$$

während $\eta_w \cdot \eta_m = \eta$ den Gesamtwirkungsgrad der Lokomotive ergibt.

Vergleicht man nun die einzelnen Wirkungsgrade beider Maschinen, welche erstere als Punkte in den Abb. 1 bis 7, Taf. 20 dargestellt sind, miteinander, so findet man, daß sich sowohl die Kesselwirkungsgrade η_k als auch die thermischen und die indizierten Wirkungsgrade η_{t_o} und η_i beider Lokomotiven voneinander nicht unterscheiden. Ebenso sind auch die

Kohlen- und Wasserverbrauchsziffern für die indizierten Arbeiten bei gleichen Leistungen dieselben, was aus den Abb. 8 und 9, Taf. 20 hervorgeht. Es folgt daraus, daß sich beide Kessel und beide Dampfmaschinen in gleich gutem Zustande befanden. Ein schlechteres Abschneiden der Drillingsmaschine in wärmewirtschaftlicher Beziehung gegenüber dem Zwilling, was man vielleicht mit Rücksicht auf die zahlreicheren Dichtstellen und größeren der Abkühlung ausgesetzten Flächen befürchten könnte, trat also nicht ein. Es sei aber dabei erwähnt, daß im Aufbau der Drillingslokomotive alle Vorkehrungen getroffen wurden um eine Umspülung der Zylinder, ihrer Deckel und der Ventilkasten durch den Fahrtwind zu verhindern. Ein merklicher Unterschied ist nur bei den mechanischen Wirkungsgraden beider Lokomotiven Abb. 1, Taf. 20 feststellbar. Dies hat auch größeren Kohlen- und Wasserverbrauch für die Zughakenpferdekraftstunde für die Drillingsmaschine zur Folge, Abb. 10 und 11, Taf. 20.

Untersucht man nun die Widerstandsverhältnisse der Vergleichslokomotiven und ihrer Tender für die durchlaufenen Strecken, so sieht man aus Abb. 12, Taf. 20, daß die Widerstände der Drillingslokomotiven bei gleichen sekundlichen Umdrehungszahlen größer sind, als jene der Zwillingmaschine. Da bei beiden Lokomotiven die Achslager ferner auch die

Ausbildung der Kuppelstangen und deren Lager, sowie die gesamte Schmieranordnung grundsätzlich gleich gehalten sind und sich nur unwesentlich voneinander unterscheiden und außerdem die Tender beider Lokomotiven und deren Verkuppelung mit den Maschinen die gleichen sind, kann die Ursache des größeren Laufwiderstandes der Drillingslokomotive nur in den Kreuzkopf- und Treibstangenlagern, sowie in den größeren Reibungswiderständen von Kolben, Kolbenstangen und den Kreuzköpfen auf ihren Bahnen gesucht werden. Daß die Drillingslokomotive schlechtere Widerstandsverhältnisse zeigt, dürfte auch darauf zurückzuführen sein, daß zwei miteinander gekuppelte Treibachsen verwendet werden mußten von denen die vordere nahe an den Mittelzylinder gerückt ist, woraus sich die im Verhältnis zu den 4000 mm langen äußeren Treibstangen, kurze innere Treibstange von nur 2330 mm Länge ergab. Im Betrieb haben sich beide Lokomotiven sowohl wärmewirtschaftlich als auch mechanisch gut bewährt. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß wärmewirtschaftlich zwischen beiden Bauarten kein Unterschied besteht, rein mechanisch aber die Drillingslokomotive schlechter abschneidet, was sich schließlich auch in dem ungefähr 6% größeren Kohlenverbrauch bei gleicher Zughakenleistung auswirkt.

Elektrischer Betrieb der Wannseebahn.

Von Reichsbahnrat W. Lang, Berlin.

Allgemein Betriebliches und Bauliches.

Die Elektrisierung der Wannseebahn, die vom Potsdamer Bahnhof über Friedenau, Steglitz, Lichterfelde-West, Zehlendorf nach Wannsee führt (Abb. 1), war bei der allgemeinen Elektrisierung der Berliner Stadtbahn in den Jahren 1927 bis 1928 zurückgestellt worden. Erst Ende des Jahres 1931 konnte ihr Elektrisierungsplan in den Rahmen eines Arbeitsbeschaffungsprogramms der Reichsregierung aufgenommen werden. Durch die Elektrisierung der Wannseebahn erweitert sich das elektrisierte Stadtbahnnetz von 235,8 km auf 267,5 km.

und ein neuer Haltepunkt Feuerbachstraße zwischen den Bahnhöfen Friedenau und Steglitz. Ein weiterer Haltepunkt Sundgauerstraße wird zwischen den Bahnhöfen Lichterfelde-West und Zehlendorf-Mitte gebaut; er wird voraussichtlich im Frühjahr 1934 eröffnet. Gleichzeitig erhielt auch die Ringbahn noch einen neuen Haltepunkt „Innsbrucker Platz“, der zwischen dem neuen Umsteigebahnhof Schöneberg und dem Bahnhof Wilmersdorf-Friedenau liegt, und der am 1. Juli eröffnet wurde.

Auch sonst wurde die Wannseebahn baulich erneuert. Die Linienführung wurde verbessert und der Oberbau mit 60 m-Schienen ausgerüstet, die hier zum erstenmal auf einer längeren Strecke verlegt wurden. Die Bahnsteige wurden, damit die Reisenden bequem und schnell ein- und aussteigen können, in der gleichen Weise erhöht, wie auf den übrigen elektrisch betriebenen Strecken der Stadtbahn.

Der für das Publikum wichtigste Vorteil der Elektrisierung liegt natürlich in der wesentlichen Zeitersparnis, die sich aus der Verkürzung der Fahrzeiten ergibt. Trotz der Einschaltung von drei neuen Bahnhöfen sinkt die Fahrzeit bei den Wannseebahnzügen von 37 Minuten auf 29 Minuten und bei den Bankierzügen von 29 Minuten auf 21 Minuten.

Betriebsmittel und ihre Unterhaltung.

Als Betriebsmittel werden Triebwagenzüge in der gleichen Bauart wie bisher verwendet. 65 Zügeinheiten (Viertelzüge), die aus einem Triebwagen und einem Beiwagen bestehen, sind für den Betrieb erforderlich. Die Wagen sind nur wenig gegenüber den übrigen Stadtbahnwagen geändert worden. Um die Lüftung zu verbessern, sind die Fenster so eingerichtet worden, daß sie tiefer herabgelassen werden können. Die Luftdruckbremse wird elektrisch betätigt, was ein gleichmäßiges, sanftes und schnelles Bremsen ermöglicht. Die elektrische Heizung der Wagen regelt sich selbsttätig nach der Innentemperatur und wärmt so die Wagenräume stets gleichmäßig bei gleichzeitiger Stromersparnis.

Die Fahrzeuge werden in einem neu errichteten Triebwagenschuppen in Wannsee unterhalten und gepflegt. Größere Ausbesserungen werden wie bei den übrigen Stadtbahnwagen im Ausbesserungswerk Berlin-Schöneweide vorgenommen.

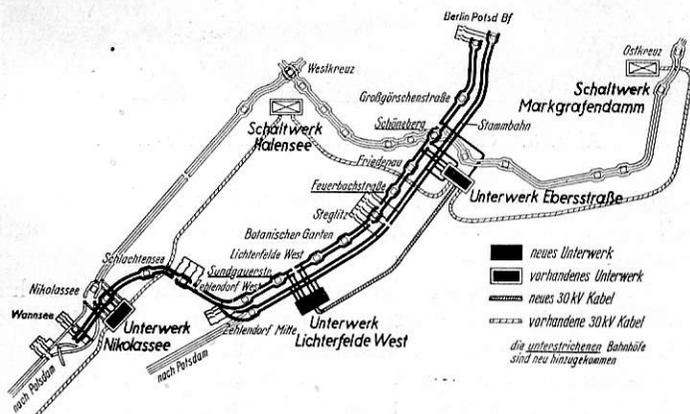


Abb. 1. Stromversorgung der Wannseebahn.

Die Wannseebahn hat in der Regel Zehnminutenverkehr, der in den Berufsverkehrszeiten durch Einsatzzüge, die von Zehlendorf-Mitte aus verkehren, auf fünf Minuten verdichtet wird. Außerdem fahren über die „Stammbahn“ zu bestimmten Tagesstunden von Wannsee nach Berlin noch 13 Züge und von Berlin nach Wannsee sieben Züge, die sogenannten „Bankierzüge“, die von Zehlendorf-Mitte bis zum Potsdamer Fernbahnhof und umgekehrt ohne Aufenthalt durchfahren.

Im Rahmen des Programms wurden zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse einige neue Bahnhöfe an der Wannseebahn errichtet, und zwar der neue Umsteigebahnhof Schöneberg an der Kreuzung der Wannseebahn mit der Ringbahn

Stromschienen und Rückleitung.

Etwa 75 km Stromschienen wurden auf der Wannesebahn verlegt. Die Stromschienenanlage ist etwas anders aufgebaut wie bei den übrigen Stadtbahnstrecken. Es mußte eine neue Bauart geschaffen werden, weil das nach der neuen Bau- und Betriebsordnung vom Jahre 1928 erweiterte lichte Raumprofil die alte Bauart verbot. Aus dem Zwang, eine neue Bauart zu finden, entstand eine Anlage, die wesentlich gegenüber der früheren Bauart verbessert ist. Die Isolation der Stromschiene gegen den geerdeten Träger bestand bisher aus einem zweiteiligen Isolator, der an sich schon gewisse Nachteile hinsichtlich der Herstellung und der Bruchfestigkeit hat. Er liegt außerdem nahe am Gleis, wo er durch entgleiste Stromabnehmer leicht beschädigt werden kann. Der neue Isolator (Abb. 2) ist ein einziger voller runder Körper 3, in den der eigentliche Stromschienenhalter 4 eingeleitet ist. Der Halter greift einseitig die Stromschiene an, die auf der anderen Seite durch einen Keil 5 festgehalten wird. Der Isolator liegt auf der dem Gleis abgewendeten Seite, also gut geschützt, auch gegen Verschmutzen durch Bremsstaub. Als Wanderschutzsicherung dient ein runder Stift 10.

Um den Spannungsabfall zu verringern, werden die Speiseabschnitte der Stromschienen durch Kuppelschalter überbrückt, die in sechs kleinen Häuschen, Kuppelstellen

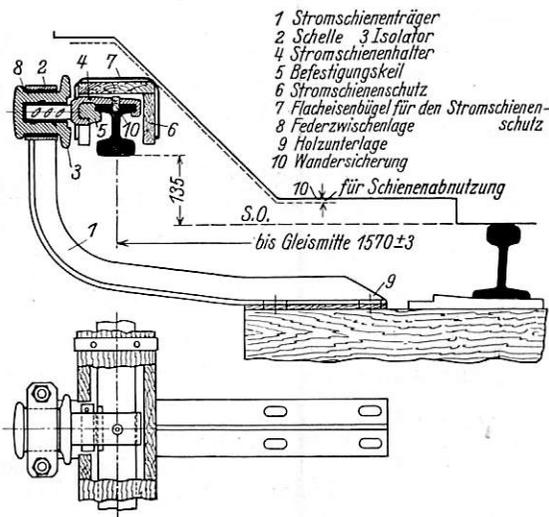


Abb. 2. Stromschiene neuerer Bauart.

genannt, untergebracht sind. Die Stromschienen werden sowohl in der Längsrichtung, wie auch quer durch je einen Schalter verbunden, der Überstrom- und Nullspannungsauslösung hat. Die Schalter sind für einen Dauerstrom von 2000 A bemessen. Sie werden ferngesteuert, und zwar ein Teil von dem Unterwerk Ebersstraße und ein Teil von Unterwerk Nikolassee aus. Das System, nach dem die Fernsteuerung arbeitet, ist ein Wählersystem ähnlich dem der automatischen Telephonie.

Durch die 60 m-Schienen wird die Fahrstrom-Rückleitung nicht unwesentlich verbessert. Der Schienenwiderstand wurde vor Aufnahme des Betriebes gemessen; dabei waren die Schienenstöße nicht durch Kupferverbinder überbrückt. Es ergaben sich Durchschnittswerte von 0,018 Ohm je Kilometer, also Werte, die bei 15 m-Schienen mit Verbindern erreicht werden. Theoretisch könnte man demnach bei 60 m-Schienen jegliche Verbinder weglassen.

Daß der neue Reichsoberbau nicht nur eine gute Leitfähigkeit, sondern auch eine außerordentlich gute Isolation gegen Erde hat, zeigten Messungen mit Wechselstrom, die von der Reichspost ausgeführt wurden. Hierbei wurde festgestellt, daß kein meßbarer Strom über die Erde, sondern daß der Strom zu 100% durch die Fahrschienen floß.

Werke.

Drei Gleichrichterwerke (s. Abb. 1) speisen die Stromschienen der Wannesebahn, und zwar die bereits vorhandenen Werke Ebersstraße und Nikolassee und das neu errichtete Werk Lichterfelde-West. Die Schaltanlagen der Werke Ebersstraße und Nikolassee sind für die Speisung der Wannesebahn entsprechend erweitert worden. Das Werk Ebersstraße erhielt außerdem zwei neue Gleichrichter mit einer Dauerleistung von 3000 A (2400 kW), die alle 70 Sekunden eine Überlast von 6000 A (4800 kW) 20 Sek. lang aufnehmen können.

Das Werk Lichterfelde-West (Abb. 3) liegt etwa in der Mitte zwischen den Bahnhöfen Lichterfelde-West und dem geplanten Bahnhof Sundgauerstraße. Das Werk, das Straßen- und Bahnanschluß hat, ist unbesetzt. Es wird vom Werk Ebersstraße aus ferngesteuert nach dem gleichen Wählersystem, wie die Schalter der Kuppelstellen und ist in halb-offener Bauart errichtet worden; die Transformatoren stehen im Freien. Diese Bauweise ersparte etwa ein Drittel des sonst benötigten umbauten Raumes. Weitere Teile der Anlage, etwa die 30 kV-Schaltanlage im Freien aufzustellen, hätte keinen wirtschaftlichen Nutzen gebracht. Ölschalter, die man hätte im Freien aufstellen können, werden hier nicht verwendet; statt dessen sind öllöse Leistungsschalter vorgesehen worden, und zwar die sogenannten Expansionschalter der Siemens-Schuckertwerke; sie konnten in vorteilhafter Weise unmittelbar in den Zellen der 30 kV-Schaltanlage

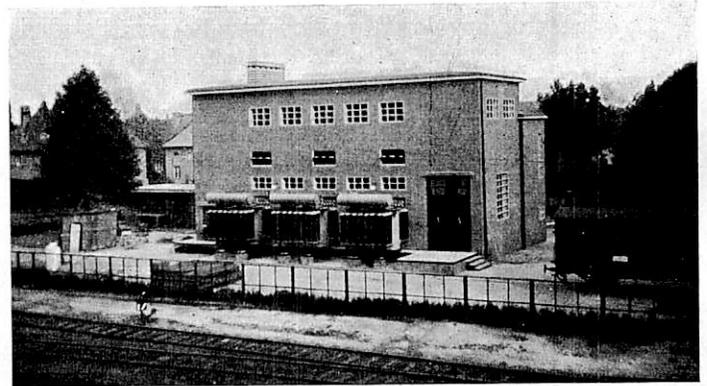


Abb. 3. Gleichrichterwerk Lichterfelde-West.

aufgestellt werden (Abb. 6). Gleichrichter für Freiluft-Aufstellung gibt es z. Z. noch nicht. Sie sind aber technisch denkbar.

Bei dem Entwurf des Werkes, den die Reichsbahndirektion Berlin gemeinsam mit den beteiligten Firmen aufstellte, wurde besondere Rücksicht darauf genommen, daß die Kabel- und Leitungsverbindungen zwischen den Apparaten und der Schaltanlage so kurz wie möglich wurden. Außerdem sollte der umbaute Raum möglichst klein gehalten werden. Aus diesem Gesichtspunkt heraus entstand dann der folgende Aufbau, der in der Abb. 4 dargestellt ist, die den Querschnitt des Werkes zeigt.

Im Erdgeschoß stehen die drei Gleichrichter, die Bedienungsschalttafel zur Ortssteuerung und die Fernsteuerungseinrichtung, die von der Firma Siemens & Halske geliefert wurde. In einer besonderen von außen zugänglichen Zelle steht der kleine Werkumspanner für die Nebenbetriebe 30000/220 Volt mit einer Leistung von 50 kVA; er ist der einzige ölgefüllte Apparat, der innerhalb des Gebäudes untergebracht ist. Ferner steht hier in einem besonderen Raum die Rückkühlanlage für das Gleichrichter-Kühlwasser; weitere Räume sind als Aufenthaltsräume für eine Stromschienenkolonne und die Werkprüfer vorgesehen. Der erste Stock

enthält die 800 Volt- und die 30 kV-Schaltanlage. Ein Zwischengeschoß dient als Kabelboden. Hier sind auch die 110 Volt-Batterie für den Steuerstrom und die 24 Volt-Batterie für die Fernsteuerungseinrichtung untergebracht.

Die von der Firma Brown-Boveri gelieferten drei Gleichrichter, von denen einer als Reserve vorgesehen ist, haben dieselbe Leistung, wie die neuen Gleichrichter in Ebersstraße. Sie haben aber hier gesteuerte Gitter, die bei Rückzündungen oder Kurzschlüssen mittels eines Überstromrelais von einem besonderen Umformer aus eine negative Spannung erhalten; dadurch wird der Gleichrichter sofort gelöscht. Damit werden Leistungsschalter und Streckenschalter entlastet, die sonst den ganzen Überstrom abschalten müßten. Die Anoden der Gleichrichter stehen mit den Niederspannungsklemmen der Transformatoren durch blanke Kupferrohre über Wanddurchführungen in Verbindung. Die Hochspannungsklemmen der Transformatoren sind mit den Klemmen der zugehörigen Expansionsschalter ebenfalls durch blanke Leitungen verbunden, die im Freien bis zu Wanddurchführungen hochgeführt sind und dann unterhalb eines Bedienungsganges zu den Schaltern führen.

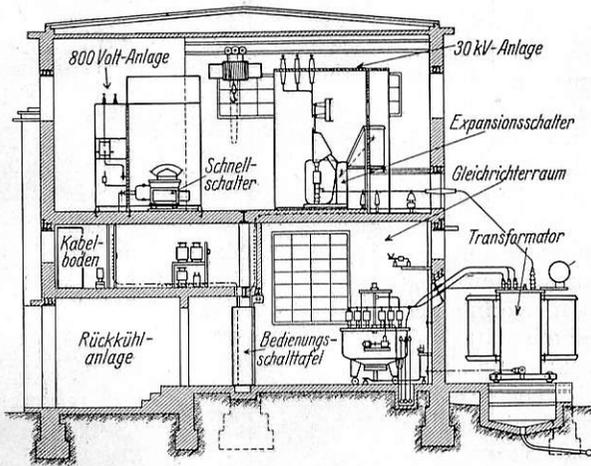


Abb. 4. Gleichrichterwerk Lichterfelde-West.
(Elektrischer Aufbau.)

Die Transformatoren, die für die natürliche Kühlung mit Ölkühlrohren versehen sind, stehen an der Nordseite des Gebäudes. Dieser Standort ist für die Kühlung der Transformatoren günstig, da sie hier fast ständig im Schatten des Gebäudes stehen.

Sie stehen auf Trägern in einer Höhe von 65 cm über Schienenoberkante, um sie bequem vom Tiefladewagen auf ihren Standort bringen zu können. Unter jedem Transformator befindet sich eine Grube, die durch eine gemeinsame Rohrleitung mit einer Ölgrube in Verbindung steht.

Die Kessel der Transformatoren enthalten neben den Wicklungen auch die zusätzlichen Apparate, wie den Selektivtrafo und die Anodendrossel. Die Transformatoren haben Ölausdehnungsgefäße, außerdem haben sie als Temperaturüberwachungseinrichtung ein Kontaktthermometer, das bei unzulässiger Erwärmung den Transformator durch Abschalten des Expansionsschalters vom Netz schaltet und gegen Wiedereinschalten sperrt.

Das Kühlwasser der Gleichrichter wird mit einer Kühlanlage rückgekühlt, und zwar in der Regel durch Luft. Die Luft wird mit einem Ventilator durch Wandöffnungen aus dem Freien angesaugt und kühlt das Wasser in einem Lamellenkühler. Im Sommer verläßt die Luft den Kühler durch einen Schornstein. Im Winter wird die warme Abluft der Rück-

kühlanlage in der Weise zur Raumheizung ausgenutzt, daß der Schornstein nach oben durch Klappen abgeschlossen wird; es werden dann Öffnungen in das Obergeschoß freigegeben, durch welche die warme Luft in den oberen Raum und von dort durch eine Luke in den unteren Raum eintreten kann. Von hier wird die Luft, nachdem sie ihre Wärme an die Räume abgegeben hat, durch die Verbindungstür zwischen Gleichrichterraum und Rückkühlanlage hindurch wieder vom Ventilator abgesaugt. Bei höherer Außentemperatur (über 25° C) wird selbsttätig noch ein Zusatzkühler eingeschaltet, durch den das Gleichrichter-Kühlwasser mit Trinkwasser aus dem städtischen Netz gekühlt wird. Das Kühlwasser der

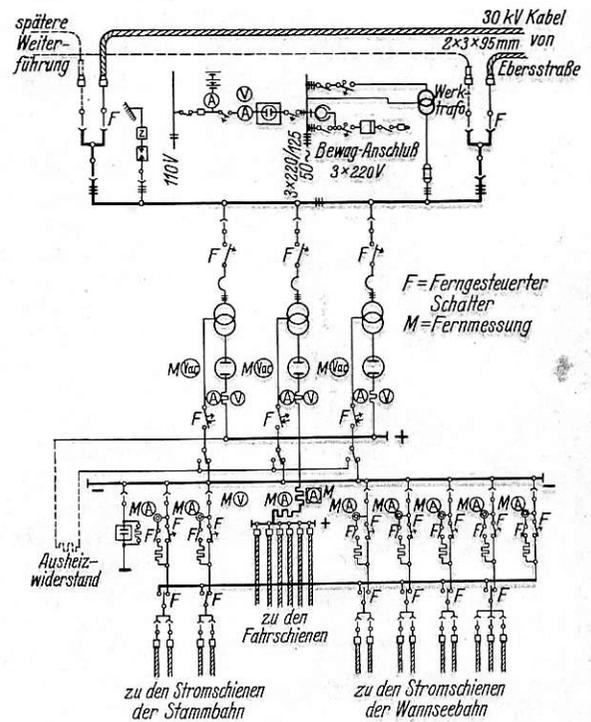


Abb. 5. Schaltplan des Werkes Lichterfelde-West.

Quecksilberpumpe wird ebenfalls, da diese Pumpe eine besonders starke Kühlung erfordert, durch einen besonderen Frischwasser-Rückkühler gekühlt, wenn die Temperatur des Pumpenwassers 25° übersteigt. Über die Rückkühlanlagen liegen im Bereiche der Reichsbahndirektion Berlin schon gute Erfahrungen vor. Zwölf von den 50 Gleichrichterwerken haben bereits Rückkühlanlagen erhalten. Die anderen Werke sollen im Laufe der Zeit ebenfalls folgen.

Wie Abb. 5 zeigt, ist die Schaltanlage ganz einfach und übersichtlich gehalten worden. Die Schaltanlage ist von den Siemens-Schuckertwerken gebaut worden.

Die Hochspannungssammelschiene wird durch zwei Drehstromkabel mit einem Leiterquerschnitt von 95 mm² gespeist, die von der Schaltanlage des Schaltwerkes Ebersstraße ihren Ausgang nehmen. Die Temperatur dieser Kabel wird, was bemerkenswert ist, durch eine von der AEG gelieferte Temperatur-Überwachungseinrichtung System Pfannkuch-Rottsieper überwacht und zwar mit schreibenden Temperaturmessern, die auf der Schalttafel des Werkes Ebersstraße sitzen.

Die Kabel endigen im Werk Lichterfelde-West in zwei voneinander getrennten Kabelzellen und sind über Trennschalter an die einfache Sammelschiene angeschlossen, die durch einen Kathodenfallableiter gegen Überspannungen geschützt ist. (Zwei Reservekabelzellen sind noch vorhanden,

die später bei Bedarf noch zwei Kabel aufnehmen können, die vom Werk Nikolassee abzweigen sollen.)

Die Gleichrichterstromkreise schließen über Trennschalter und Expansionsschalter (Abb. 6) an die Sammelschiene an. Die Expansionsschalter, die statt der bisher üblichen Ölschalter verwendet werden, sind im Prinzip Löschkammer-schalter. Ihre Kontakte öffnen sich innerhalb kleiner Kammern, ähnlich der Löschkammern bei Ölschaltern, die aber hier mit einer nichtbrennenden Flüssigkeit gefüllt sind. Der Lichtbogen wird dabei durch die Strömung der Flüssigkeit bei gleichzeitigem Expandieren des erzeugten Wasserdampfes (daher der Name dieser Schalter) innerhalb einer halben Periode gelöscht. Die verwendeten Expansionsschalter haben eine Leistung von 420 MVA.

Der Nullpunkt der Transformatoren ist (in der Hauptsache durch blanke Leitungen) über Schnellschalter mit der 800 Volt-Minusschiene verbunden, die im Obergeschoß in der 800 Volt Schaltanlage liegt.

Die 800 Volt-Pluschiene, die unmittelbar neben den Gleichrichtern entlang geführt ist, ist ebenfalls durch blanke Kupferschienen mit den Gleichrichterkathoden verbunden. Von der 800 Volt-Minusschiene werden über sechs Streckenschalter die vier Speiseabschnitte

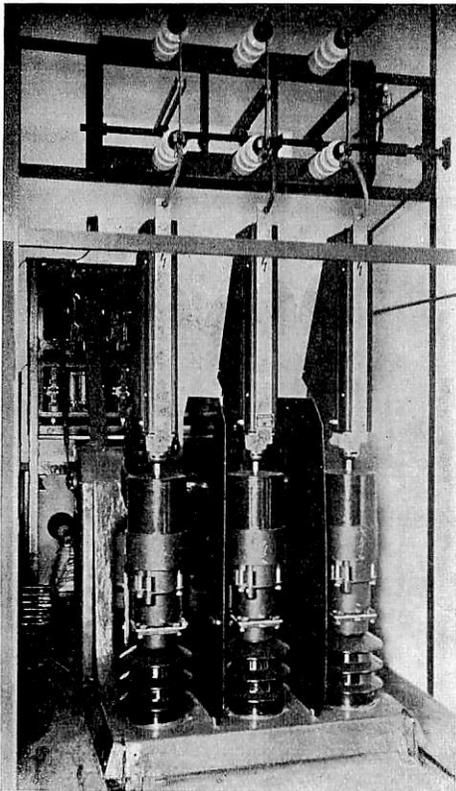


Abb. 6. Expansionsschalter (SSW).

der Wannseebahn und die zwei Speiseabschnitte der Fernbahn gespeist. Ein Ersatzschalter ist vorgesehen, der durch Trennschalter über eine Hilfssammelschiene an jeden Streckenzweig gelegt werden kann.

Die Schnellschalter (Abb. 7), die von der AEG geliefert wurden, sind für einen Dauerstrom von 3000 Ampere bemessen. Die Gleichrichterschnellschalter haben Auslösung für Vorwärtsstrom und Rückwärtsstrom, die Streckenschalter nur Vorwärtsstromauslösung. Die Überstromauslösung der Gleichrichterschnellschalter besorgt ein besonderes Überstromrelais (GZ-Relais), das auf der Zuleitungsschiene zum Schalter sitzt und das auf 6500 A eingestellt ist, während der Schalter bei übermäßigem Rückstrom (also bei Rückzündungen) durch den regelrechten Auslöser abgeschaltet wird, der bei 3000 A anspricht. Der Überstromauslöser der Streckenschnellschalter kann auf Stromwerte zwischen 3000 A und 6500 A eingestellt werden.

Jeder Streckenzweig hat im Nebenschluß eine Prüfeinrichtung, mit der die betreffende Strecke nach einer Schalterauslösung darauf untersucht werden kann, ob die Strecke kurzschlußfrei ist. Diese Einrichtung besteht im wesentlichen

aus einem Schütz, das die betreffende Strecke über einen Begrenzungswiderstand an die Betriebsspannung legt. Die Prüfeinrichtung wird vom Werk Ebersstraße aus ferngesteuert, wo an einem Prüfampere-meter, das bei vollem Streckenkurzschluß etwa 200 A anzeigt, der Zustand der Strecke festgestellt werden kann.

Besonders bemerkt werden muß, daß das 800 Volt-Gerüst gegen das Gebäude, also gegen Wassererde durch besondere Isolatoren, auf denen es ruht, isoliert ist. Alle Kabel, die in das Gerüst führen sind ebenfalls sorgfältig isoliert. Damit soll das Abirren von Gleichstrom in der Wassererde und auf in der Erde liegende Kabel, Wasserleitungen usw. verhütet

und die damit verbundene Korrosion dieser Teile oder ähnlicher Schaden verhindert werden. Um bei Durchschlägen der Kabel und Stromüberschlägen auf das Gerüst eine einwandfreie Verbindung mit dem Pluspol zu erhalten, sind die 800 Volt-Gerüste mit dem 800 Volt-Pluspol elektrisch verbunden. Die Bleimäntel der Kabel selbst sind aus besonderen

Sicherheitsgründen noch über Spannungssicherungen mit den Gerüsten verbunden, die bei etwa 100 Volt ansprechen und so die Mäntel bei Durchschlägen unmittelbar mit dem Pluspol verbinden. Schlimme Erfahrungen mit abirrenden Strömen, die teilweise größere Zerstörungen herbeiführten, haben gezeigt, daß eine scharfe Trennung der Fahrschienen-erde, die ja ein gewisses Spannungsgefälle gegenüber der Wassererde hat, gegen die Wassererde durchgeführt werden muß.

Die Bedienungsschalttafel im Erdgeschoß, die zur Sicherheit des Bedienungs-personals an Wassererde liegen muß, ist über eine Spannungssicherung mit dem Pluspol verbunden, so daß auch hier etwa auftretender Gleichstrom unmittelbar den Pluspol finden kann.

Die Hochspannungsgerüste sind selbstverständlich gut mit Wassererde verbunden. Hierfür sind fünf Erdungsbrunnen vorgesehen, die im Abstand von etwa 20 m um das Gebäude verteilt sind. Die Erdungsbrunnen sind durch eine kupferne Ringleitung untereinander und mit der Erdungsleitung des Werkes verbunden.

Der Gesamtstrom des Werkes wird durch eine Fernmeßapparatur auf ein registrierendes Amperemeter übertragen, das auf der Schalttafel des Werkes Ebersstraße sitzt. Ebenso werden die Spannung, der Strom und das Vakuum jedes Gleichrichters ferngemessen.

Am 15. Mai d. J. wurde der volle elektrische Betrieb ohne Anstände aufgenommen.

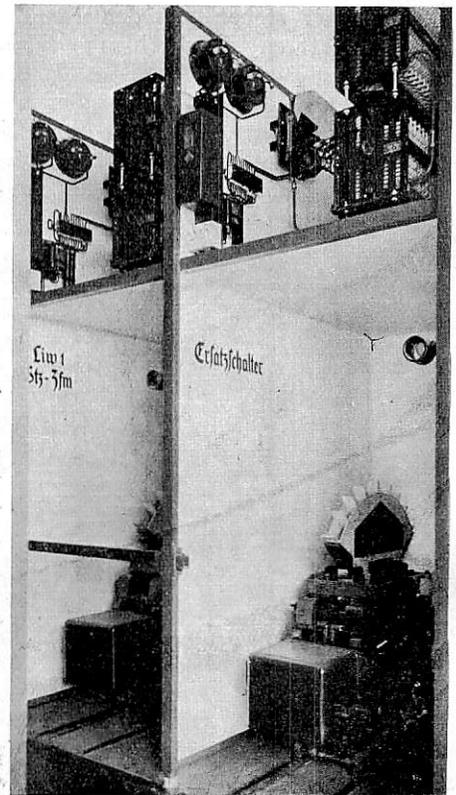


Abb. 7. Schnellschalter (AEG).

Rundschau.

Allgemeines.

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das achte Geschäftsjahr 1932.

Mit der allgemeinen Wirtschaftslage haben sich die Verhältnisse für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft im verflossenen Jahr weiterhin verschlechtert. Trotzdem ist es gelungen, die Bilanz in der Waage zu halten; allerdings mußten dabei zum großen Teil auch die Ausgaben für die technischen Einrichtungen erheblich gekürzt werden.

Betrieb und Verkehr.

Die Wagengestellung, die einen Maßstab gibt für den Umfang des Güterverkehrs, ging gegen 1931 wieder um 11% zurück. Diesem Abfall paßten sich die Achskilometer vollständig an, während die Zugkilometer wie schon im Vorjahr nicht so weit, sondern nur um 10% gesenkt werden konnten. Durch Veränderung der Zugbildungsaufgaben konnte auf fünf Bahnhöfen der Verschiebedienst ganz und auf weiteren zwölf teilweise stillgelegt werden. Zur Abänderung der Verschiebekosten, die einen erheblichen Teil der Ausgaben für Betrieb ausmachen, wurden 85 Kleinlokomotiven eingesetzt.

Im Personen- und Gepäckverkehr war ein noch stärkerer Rückgang festzustellen (rund 20%). Trotzdem konnte nur 1% weniger Zugkilometer gefahren werden, da der Verkehr in gleicher Weise bedient werden mußte. Demgemäß ist die Zahl der Achskilometer um einen mittleren Wert, nämlich 9% gesunken. Auf den Nebenbahnen wurde der Verkehr vielfach durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf bis zu 60 km/Std. beschleunigt.

Die durchschnittliche Leistung einer Dampflokomotive zwischen zwei Hauptausbesserungen stieg um 3,5% auf 117000 km. Der Ausbesserungsstand betrug 11%, der Brennstoffverbrauch je 1000 km 12,73 t gegen 13,11 t im Vorjahr. Rund 3700 Lokomotiven waren am Jahresende überzählig.

Der elektrische Betrieb wurde auf der Nebenbahn Hirschberg-Landeshut aufgenommen, wodurch sich das elektrisch betriebene Netz auf 1638 km vergrößerte. Im Ausbau befanden sich noch rund 260 km. Der Frage der Verwendung von Drehstrom aus Überlandnetzen durch Gleichrichtung wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt, Versuche in dieser Richtung wurden gefördert.

Die Betriebsunfälle haben wiederum gegen das Vorjahr abgenommen (um 15%).

Bauwesen.

Zwei eingleisige Nebenbahnen Garding-Ording und Eisenberg-Enkenbach wurden vollendet. Die übrigen begonnenen Bauten wurden je nach den vorhandenen Mitteln weitergeführt. Im übrigen konnte sich der Neubau nur auf einzelne Bahnhofteile, Verbindungsgleise und mehrgleisigen Ausbau erstrecken.

Die Bahnunterhaltung beschränkte sich wie im Vorjahr auf die aus Sicherheitsgründen notwendigen Arbeiten. An einigen Tunneln wurden größere Ausbesserungen vorgenommen, die Übersicht an den Wegübergängen wurde vielfach verbessert. Unterstützt durch das Arbeitsbeschaffungsprogramm der Reichsregierung konnten insgesamt 1538 km Gleis und 5506 Weichen erneuert werden. Auf der Wannseebahn wurden anlässlich der Elektrisierung 60 m-Schienen eingebaut. Der geringe Anfall an ausgebauten Altstoffen zwang dazu in Nebengleisen auch leichtere Schienenformen (33 kg/m) nach sachgemäßer Aufarbeitung zu verlegen. Auf dem Gebiet des Brückenbaues wurden vornehmlich Unterhaltungs- und Verstärkungsarbeiten durchgeführt. Außerdem ist neben einer größeren Zahl kleiner Brücken rund ein Dutzend

bedeutenderer Brücken vollkommen erneuert oder neu errichtet worden, darunter die Rheinbrücke bei Ludwigshafen.

Die Sicherungs- und Fernmeldeanlagen wurden an vielen Stellen ergänzt und verbessert und z. T. durch neuzeitliche ersetzt. Die selbsttätigen Warnanlagen an Wegübergängen wurden in größerem Umfang eingeführt und verbessert. Elf Selbstanschlußämter wurden in Betrieb genommen.

Rollendes Material.

Im Lokomotivbau sind einige Neuerungen und Versuchsausführungen zu nennen. Es sind dies eine 1 E 1 Dreizylinder-Heißdampf-Tenderlokomotive mit 20 t Achsdruck, eine neue 2 C 1 Vierzylinder-Heißdampf-Verbund-Schnellzuglokomotive mit 25 atm Kesseldruck, ferner zwei im Bau befindliche weitere Typen mit 25 atm Kesseldruck, eine 1 E Heißdampf-Vierzylinder-Güterzuglokomotive und eine 1 C Zweisylinder-Nebenbahnlokomotive. Für die 50 PS Kleinlokomotive wurde eine Einheitsausführung geschaffen, in der verschiedene Motorausführungen verwendet werden können.

Die dieselektrischen 410 PS-Triebwagen für den Nah-Schnellverkehr wurden angeliefert, ebenso ein sechsachsiger Triebwagen mit 2×410 PS, dazu eine Reihe zwei- und vierachsiger Nebenbahntriebwagen mit 100 und 175 PS. Im Personenwagenbau bedeutet die ausgedehntere Anwendung des Schweißverfahrens einen Fortschritt.

Die Leistungen der Ausbesserungswerke sind mit den Betriebsleistungen zurückgegangen. Der Verbrauch an Tagewerksköpfen ging um 7% zurück. Die Behandlung der Lokomotiven wurde getrennt in Einfach-Untersuchungen und Hauptausbesserungen. Von dieser Neuerung haben die Werke weitgehenden Gebrauch gemacht, so daß die beiden Ausbesserungsarten sich verhielten wie 1:1; die erwartete Ersparnis von 20 bis 25% wurde erzielt. Um die Vorteile der neuen Gliederung ganz auszunützen, wurden versuchsweise zwei benachbarte Werke so umgestellt, daß jedes nur eine Untersuchungsart durchführt; in gleicher Weise wurden übrigens auch bei der Personenwagenausbesserung einzelne Arbeiten in bestimmten Werken zusammengefaßt. Die Unterhaltung der Triebwagen und Kleinlokomotiven wurden auf fünf Werke zusammengelegt. Die Versuchsabteilungen entfalten wieder eine reiche Tätigkeit, die sich auf Stoffprüfungen, Festigkeitsuntersuchungen, Metallegierung, Schweißtechnik und Lieferbedingungen erstreckte.

Beschaffungswesen.

Die Beschaffungen wurden entsprechend der Finanzlage sehr knapp gehalten und konnten nur durch das Arbeitsbeschaffungsprogramm für 1931 und 1932 etwas erweitert werden.

Oberbaustoffe wurden fast nur auf Grund des Abschlusses im Vorjahr bis zum März bezogen. Erst auf Grund des Programms der Reichsregierung konnten am Jahresende 300000 t vergeben werden, deren Anlieferung bis Mai 1933 dauert. Die Beschaffung von Holzschwellen wurden wegen der hohen Lagerbestände auf das Maß gekürzt, das noch eine Weiterbeschäftigung des Stammes der Lieferwerke gestattete. Die Schotterbeschaffung wurde im wesentlichen auch nur durch Aufträge auf Grund des Arbeitsbeschaffungsprogramms auf der gewöhnlichen Höhe gehalten.

An Fahrzeugen wurden angeliefert 159 Lokomotiven, 40 Kleinlokomotiven, 69 Trieb-, Steuer- und Beiwagen und 1626 Wagen.
Sp.

Elektrische Bahnen, besondere Eisenbahnarten.

Die erste elektrisch betriebene Hauptbahn Englands.

Am 1. Januar dieses Jahres wurde nach Fertigstellung der letzten Teilstrecke die erste elektrisch betriebene Hauptbahnstrecke Englands, die 80 km lange Linie London-Brighton-Worthing der Südbahn, in Betrieb genommen. Die Südbahn verfügt damit zugleich auch über das ausgedehnteste elektrische Vorort-

bahnnetz in England und hat im ganzen 1650 elektrische Vollbahnfahrzeuge im Dienst. Bestanden bisher für die Stromversorgung des Vorortnetzes ausschließlich mit rotierenden Umformern besetzte Unterwerke, 48 an der Zahl mit zusammen 200000 kW Leistung, so wurden die neuen 18 ferngesteuerten Unterwerke für die Umformung des mit 33000 V aus dem allgemeinen Landesver-

sorgungsnetz bezogenen Stromes in Gleichstrom von 660 V nur mit Quecksilbergleichrichtern von je 2500 kW Leistung besetzt. Etwa auf halber Strecke in Three Bridges wurde die Hauptschaltstelle errichtet, von der alle Unterwerke, die bedienungslos sind, ferngesteuert werden. Wegen der wesentlich verdichteten Zugfolge wurde die Strecke bis Brighton auch mit den gleichen dreibegriffigen Tageslichtsignalen ausgerüstet, wie sie die Vorortstrecken bereits aufweisen. Die Betriebsweise ist zunächst so vorgesehen, daß zwischen London und Brighton sowie Worthing stündlich sechs Züge verkehren, ein durchgehender Luxus Schnellzug mit besonders ausgestattetem Zugpark hält zwischen London und Brighton nicht, während die anderen fünf Züge mit wechselnder Zahl von Halten durchgeführt werden. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 110 km/h.

Jeder der drei zunächst beschafften Zugparks dieses Luxus-zuges „Southern Belle“ besteht aus fünf Pullmann-Wagen. Die beiden Endwagen sind Triebwagen. Zwei Wagen erster Klasse mit Kücheneinrichtung weisen je 20 einzeln stehende Klubessel mit festen Tischen auf; die drei anderen Wagen dritter Klasse je zwei zweisitzige Polsterbänke nebeneinander mit Mittelgang. Der ganze Zug enthält 192 Sitzplätze bei 20 m Länge der Wagen und 250 t Leergewicht. Gegen Schall und starke Temperaturunterschiede haben die in Ganzstahlbauart hergestellten Wagen eine weitgehende Isolierung durch Kork in verschiedener Form für Fußboden, Seitenwände und Dach erhalten; gegen Rost ist an den besonders der Schwitzwasserbildung ausgesetzten Innenflächen der hohlen Wände ein besonderer Bitumenanstrich vorgesehen.

Die Beleuchtung wird mit 70 V Spannung von Motorgeneratoren in den Motorwagen gespeist und ist dadurch unabhängig von den Schwankungen der Fahrdrachtspannung. In der ersten Klasse ist eine indirekte Beleuchtung gewählt mit Röhrenlampen in den Deckengesimsen, in der dritten Klasse sind halbversenkte Beleuchtungskörper. Neuartig ist die rein elektrische Heizung und Lüftung. Die Heizkörper werden mit 600 V Spannung betrieben und durch zwei Thermostaten in drei Stufen auf gleichmäßige Raumtemperatur geregelt. In den Waschräumen, der Küche und dem Anrichterraum steht heißes Wasser zur Verfügung, das durch Tauchsieder erhitzt und dessen Temperatur gleichfalls durch Thermostaten geregelt wird. Die beiden Wagen 1. Klasse haben eine Kücheneinrichtung; die rein elektrische Küche ist vom Seitengang frei sichtbar. Der Strom für diese Nebeneinrichtungen wird von einem besonderen 20 kW-Motorgenerator an jedem Küchenwagen mit 110 V erzeugt, der unmittelbar von der Stromschiene durch Stromabnehmer gespeist wird. Für die Luftverbesserungsanlage wurde nach amerikanischem Vorgang ebenfalls eine neuartige Lösung geschaffen: Angesaugte Frischluft wird elektrisch durch Thermostaten geregelt, je nach Notwendigkeit erwärmt und durch Leitungen in 30 cm Höhe über dem Fußboden im ganzen Wageninnern gleichmäßig verteilt. Durch Dampf oder Qualm getriebene Luft wird selbsttätig durch eine Photozelle aus dem Kreislauf ausgeschieden. Die ganze Anlage arbeitet mit leuchtenden Thermometern und Leuchtinschriften und findet dadurch das besondere Interesse aller Reisenden.

G-r.

Doppelstromlokomotiven der New Haven-Bahn, USA.

Von Juni bis September 1931 stellte die New Haven-Bahn zehn neue elektrische Schnellzuglokomotiven der Achsfolge 2 C₀ C₀ 2 mit Heizkessel in Dienst, die sowohl auf Strecken mit 600 V Gleichstrom als auf solchen mit 11 000 V Einphasenstrom 25 Hertz laufen. Der Rahmen üblicher Bauart ruht auf zwei Stahlgußtriebgestellen, die ein Kugelgelenk mit senkrechtem Spiel verbindet. Zwölf abgedeutelt eingebaute Motoren in Zwillingsanordnung treiben über Hohlwellen die sechs Triebachsen. Ritzel und Hauptzahnäder sind ungefedert, sechs Speichenfedern je Rad übertragen nach Westinghouseart die Drehmomente auf die Treibrädersterne. Diese Federn in Töpfen mit aufgeschweißten Druckstücken sind so stark, daß eine allein für das Drehmoment einer Achse genügen würde. Außengeführte Bremsgestänge er-

leichtern die Motoren- und Getriebeunterhaltung. Besonderer Wert wurde bei den zwölfpoligen Motoren auf möglichst masselose Abfederung der Bürsten und eine mäßige Erwärmung gelegt. Geringer Fluß je Pol und ungewöhnlich viel Ausgleichverbinder am Anker verhüten Kommutierungsschwierigkeiten bei Anfahrt. Die Ankerbandagen, Ausgleicher und Fahnen sind mit besonders hitzebeständigem Hartlot verlötet, da in früheren Jahren durch Schmelzen des Zinnlotes viele und schwere Störungen aufgetreten sind. Der Aufwand für Lüftung beträgt 34 PS für 950 cbm Luft je Minute. Der Hauptlötschalter hat 100 000 KVA Abschaltleistung.

Der Heizkessel, ein Stehkessel mit Ölfeuerung, enthält 1250 kupferne Heizrohre von 20 mm Durchmesser und arbeitet mit 10 at. Das Gesamtgewicht der Anlage beträgt 5,2 t ohne Vorräte. An solchen werden gegen früher die doppelten Mengen mitgeführt, nämlich 7 t Wasser und 1,3 t Öl. Ein eigenes Dampf-turbobgebläse liefert die Verbrennungsluft, während der Düsenluftpressor an der Steuerstromquelle, einem Gleichstromsatz mit Hilfsbatterie, liegt. Damit ist der Heizkessel, wenn einmal angefahren, völlig unabhängig von der Fahrdrachtspannung und bis zur Erschöpfung seiner Vorräte arbeitsfähig.

Auf ihren Probefahrten und seit ihrer Indienststellung haben die Lokomotiven bisher einwandfrei gearbeitet. Ihre Hauptdaten sind abgerundet:

| | |
|--|---------------------|
| Länge über Puffer | 23,50 m |
| Gesamt-/fester Radstand | 20,15/4,16 „ |
| Dienst-/Reibungsgewicht | 182/122,5 t |
| Vertragsdauerleistung bei Wechselstrom . | 2700 PS bei 91 km/h |
| „ „ Gleichstrom . | 2600 „ „ 70 „ |
| Vertragsstundenleistung bei Wechselstrom | 3400 „ „ 82 „ |
| „ „ Gleichstrom . | 3100 „ „ 60 „ |
| Anhängelasten „ Wechselstrom | 1200 t „ 105 „ |
| „ „ bei Gleichstrom . | 1200 „ „ 95 „ |
| Anfahrzugkraft während 8 Min. | 24 000 kg |
| | Sch—1. |

(Railway Age, Juni 1932.)

Dieselektrische Schmalspurlokomotive für die Siamesische Staatsbahn.

Für die Gebirgsstrecken des nördlichen Siam wurde kürzlich eine weitere dieselektrische Güterzuglokomotive, Bauart 2 D₀+D₀ 2, geliefert. Die elektrische Ausrüstung wurde, wie auch für die bereits vor einigen Monaten in Betrieb gesetzten zwölf Lokomotiven, von der Maschinenfabrik Oerlikon hergestellt, der mechanische Teil und die Dieselmotoren hat die Firma Frichs in Aarhus, die als Generalunternehmerin auftrat, geliefert. Die Lokomotive, die von acht Tatzenlagermotoren mit insgesamt 1400 PS angetrieben wird, ist die leistungsfähigste bisher gebaute dieselektrische Schmalspurlokomotive. Ihr Gewicht beträgt nur 126 t, was etwa 90 kg/PS ergibt (früher gebaute Lokomotiven hatten etwa 100 bis 190 kg/PS). Sie ist als kurzgekuppelte Doppel-lokomotive ausgeführt, deren jede Hälfte vier im festen Rahmen gelagerte Treibachsen und ein Laufdrehgestell besitzt. Die Lokomotive ist mit zwei Achtzylinder-Viertakt Dieselmotoren von je 700 PS bei 600 Umdr./min. ausgerüstet, die mit je einem Generator direkt gekuppelt sind. Auf der verlängerten Welle des Generators sitzt ein Hilfsgenerator, der zur Speisung der Hilfsbetriebe und zum Aufladen der Anlaß- und Hilfsbatterie dient. Bei stillstehenden Dieselmotoren speist die Batterie sämtliche für die Fahrt nötigen Hilfsbetriebe, so daß auf längeren Gefällen und während des Haltens die Dieselmotoren immer abgestellt werden. Die Geschwindigkeit wird dadurch geregelt, daß einer oder beide Dieselmotoren in Betrieb gesetzt werden, ferner durch Einstellung der Drehzahl und durch Veränderung der Generatorerregung. Die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive beträgt 45 km/h, ihre Anfahrzugkraft 16 000 kg. Sie kann auf ebener Strecke eine Anhängelast bis 800 t befördern. Auf Gebirgsstrecken mit 15°/00 Steigungen wird die Anhängelast entsprechend vermindert.

Br.