

Die Bildung von Richtwerten für die Kosten der Personenwagenunterhaltung.

Von Reichsbahndirektor Schwering, Berlin.

Hierzu Tafel 26.

Vor dem Weltkrieg beschränkten sich die Werkstätten der deutschen Eisenbahnen im wesentlichen darauf, die für die Betriebsführung notwendigen Fahrzeuge „auszubessern“, d. h. die an den Fahrzeugen durch Betriebs-, Verkehrs- und Witterungsbeanspruchungen verursachten Schäden nach einem System, das eine wissenschaftlich begründete und in der Praxis bis ins letzte durchgeführte Planmäßigkeit vermissen ließ, zu beseitigen. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat dagegen bei der Umstellung des Werkstättenwesens nach dem Kriege eine Hauptaufgabe darin gesehen, die mehr oder weniger dem Zufall unterworfenen „Ausbesserungen“ der Fahrzeuge durch ein wohl durchdachtes System der Fahrzeug-, „Unterhaltung“ zu ersetzen. Hierbei galt es vor allem, die gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen den Beanspruchungen der Fahrzeuge und den durch die Beanspruchungen verursachten Abnutzungen und Schäden zu erforschen. Denn erst auf Grund einer genauen Kenntnis dieser Zusammenhänge kann ein Unterhaltungssystem aufgebaut werden, bei dem die Fahrzeuge nicht mehr in unregelmäßigen Zeitabständen den Werkstätten zu einer in ihrem Umfang mehr oder weniger willkürlich begrenzten Ausbesserung zugeführt werden, sondern bei dem die Unterhaltungsarbeiten an den einzelnen Fahrzeugen entsprechend ihrer Beanspruchung nach bestimmtem Plan in genau festgelegtem Umfang und in gegebener zeitlicher Aufeinanderfolge vorgenommen werden.

Die Kenntnis der Zusammenhänge zwischen den Beanspruchungen der Fahrzeuge und den durch diese Beanspruchungen bedingten Unterhaltungsarbeiten bietet nicht nur die Möglichkeit, ein wirtschaftliches Unterhaltungssystem aufzubauen, sondern sie bildet auch die Grundlage einer planmäßigen Finanzwirtschaft im Unterhaltungswesen. Eine genaue Vorausbestimmung der für die Unterhaltung der Fahrzeuge notwendigen Geldmittel und eine einwandfreie, gerechte Verteilung dieser Mittel auf die Unterhaltungsbetriebe läßt sich nur dann durchführen, wenn die Gesetzmäßigkeiten zwischen Beanspruchung und Unterhaltung bekannt sind.

In Zeiten gleichmäßiger Verkehrsentwicklung und günstiger Finanzlage mochte es für die Aufstellung eines Werkstättenhaushaltsplanes genügen, den zu erwartenden Arbeitsanfall der Werkstätten und die sich aus dem Arbeitsanfall ergebenden Ausgaben annähernd zu schätzen. Die Stetigkeit in der Betriebs- und Verkehrsentwicklung erlaubte es in früheren Jahren, für die künftigen Ausgaben der Fahrzeugunterhaltung in einfacher und hinlänglich genauer Weise die Ausgaben rückliegender Zeitabschnitte als Grundlage anzunehmen. Bei starken Schwankungen des Verkehrs, besonders dann, wenn die Schwankungen in den einzelnen Gebieten eines Eisenbahnnetzes mit verschiedener Heftigkeit verlaufen, und bei einer angespannten Finanzlage macht sich bei der Aufstellung des Haushaltsplanes die Notwendigkeit geltend, die zu erwartenden Ausgaben und die Aufteilung dieser Ausgaben nach vollkommeneren Methoden zu errechnen.

Bei einer durch eine ungünstige Verkehrslage bedingten allgemeinen Drosselung der Ausgaben dürfen die Mittel für die Unterhaltung der Fahrzeuge den Werkstättenbezirken und den einzelnen Unterhaltungsbetrieben nicht mehr lediglich auf

Grund ihrer eigenen, meist aus den Ausgaben früherer Zeitabschnitte abgeleiteten Forderungen zugeteilt werden, sondern für die Zuweisung der Mittel müssen vor allem die Beanspruchungen der von den Werkstättenbezirken und den Ausbesserungswerken zu unterhaltenden Fahrzeuge maßgebend sein, damit ein nach einheitlichem Plan gewollter Unterhaltungszustand der Fahrzeuge gewährleistet wird. Zu diesem Zweck müssen Richtwerte gebildet werden, d. h. Verhältniszahlen, die angeben, wieviel Unterhaltungskosten für bestimmte Beanspruchungen entstehen dürfen. Derartige Richtwerte bilden nicht nur die Grundlage einer klaren Finanzdisposition, sie ermöglichen auch kritische Vergleiche von Unterhaltungskosten rückliegender Zeitabschnitte verschiedener Bezirke und Werke.

Während für die Unterhaltungskosten der Lokomotiven bei der Reichsbahn schon seit ziemlich langer Zeit Bezugsgrößen bestehen, die allerdings noch der Verfeinerung bedürfen, um einwandfreie Richtwerte zu liefern, sind bei den Personen- und Güterwagen die Zusammenhänge zwischen Beanspruchung und Unterhaltung noch verhältnismäßig wenig erforscht. Am schwierigsten wird wohl die Auffindung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Beanspruchung und Unterhaltung bei den Güterwagen sein, weil bei diesen Fahrzeugen infolge der Eigenart des Güterverkehrs und der nicht an bestimmte Werkstättenbezirke und bestimmte Unterhaltungsbetriebe gebundenen Organisation der Güterwagenunterhaltung die Betriebs- und Verkehrsleistungen eines Wagens und seine innerhalb eines größeren Zeitraums entstandenen Gesamtunterhaltungskosten der statistischen Erfassung nur schwer zugänglich sind. Verhältnismäßig einfacher gestaltet sich die Bildung von Bezugsgrößen für die Unterhaltungskosten der Personenwagen, wenn auch die Beanspruchung eines Personenwagens im Vergleich zu der einer Lokomotive, deren Abnutzung im wesentlichen durch Laufleistung und Arbeitsleistung bestimmt wird, mannigfaltiger und demzufolge zahlenmäßig schwieriger darstellbar ist.

Im folgenden ist der Versuch unternommen, die Zusammenhänge, die zwischen den Beanspruchungen der Personenwagen einerseits und den durch diese Beanspruchungen verursachten Unterhaltungsarbeiten und -kosten andererseits bestehen, aufzudecken. Der Zweck der Untersuchung soll vor allem darin bestehen, möglichst einwandfreie Richtwerte zu schaffen für eine gerechte Verteilung der für die Unterhaltung der Personenwagen zur Verfügung stehenden Mittel auf die Unterhaltungsbetriebe und für eine nachträgliche kritische Beurteilung der entstandenen Unterhaltungskosten. Die Abhandlung beginnt mit einer Betrachtung der bereits von der Statistik erfaßten Werte und der aus diesen Werten gebildeten Bezugsgrößen; hierauf aufbauend beschäftigt sie sich in ihrem zweiten Teil mit den Möglichkeiten einer Vervollkommnung der Richtwerte und den sich daraus ergebenden Anforderungen an die Statistik.

I. Bestehende Richtwerte. Ihre Vorzüge und Mängel.

Die allgemeine Form eines Richtwertes für den Vergleich von Fahrzeugunterhaltungskosten ist gegeben durch das Ver-

Verhältnis $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Bezugsgrößen}}$. Zunächst möge der im Zähler dieses Verhältnisses genannte Wert einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Die Unterhaltungskosten der Personenwagen setzen sich bei der Reichsbahn zusammen aus den Kosten, die in den Ausbesserungswerken und den Bahnbetriebswagenwerken entstanden sind. Die Ausbesserungswerk-Kosten werden für jeden einzelnen, dem Ausbesserungswerk zugeführten Personenwagen festgestellt. Hieraus ergibt sich für die Statistik die Möglichkeit einer weitgehenden Unterteilung der Personenwagen-Unterhaltungskosten nach Direktionen, Wagenbauarten, Schadgruppen usw. Die Bahnbetriebswagenwerk-Kosten werden dagegen nicht für jeden einzelnen im Betriebswagenwerk ausgebesserten Wagen festgestellt, sondern nur für ein Bahnbetriebswagenwerk insgesamt ermittelt. Die Unmöglichkeit, die Unterhaltungskosten des einzelnen Personenwagens im Bahnbetriebswagenwerk zu erfassen, erschwert die Bildung eines einwandfreien Kostenrichtwertes erheblich. Denn ein Richtwert, der sich nur auf den Ausbesserungswerk-Kosten aufbaut, kann keinen Anspruch auf Vollkommenheit und Allgemeingültigkeit erheben. Ein einwandfreier Vergleich von Unterhaltungskosten einzelner Wagen oder ganzer Wagengruppen läßt sich nur dann durchführen, wenn die Gesamt-Unterhaltungskosten berücksichtigt werden.

Die unterschiedliche statistische Erfassung der Ausbesserungswerk-Kosten und der Betriebswerk-Kosten verhinderte bis vor kurzem auch für die Dampflokomotiven die Bildung einwandfreier Kosten-Vergleichswerte. Es sei hier auf eine frühere Untersuchung*) des Verfassers verwiesen, die sich mit der Aufstellung von Richtwerten für die Lokomotiv-Unterhaltungskosten befaßt. Die in dieser Abhandlung behandelten Fragen und die aus den Untersuchungen abgeleiteten Erkenntnisse gelten sinngemäß auch für die Personenwagen. Für die Dampflokomotiven ist seit der Einführung der genaueren Erfassung der Unterhaltungskosten der Einzellokomotive im Bahnbetriebswerk die Schwierigkeit der Bildung einwandfreier Richtwerte entfallen, wenigstens soweit der im Zähler des allgemeinen Richtwert-Ausdrucks $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Bezugsgrößen}}$ aufgeführte Wert in Betracht kommt.

Für die Personenwagen ist die Aufteilung der in einem Betriebswerk entstandenen Unterhaltungskosten auf die in diesem Betriebswerk behandelten Wagen in Anbetracht der großen Zahl der Personenwagen erheblich umständlicher als für die Dampflokomotiven, wobei unter einer Aufteilung der Kosten nicht eine schlüsselmäßige Umlegung auf Grund irgendwelcher beziehungsloser Größen, wie Laufleistung usw. zu verstehen ist, sondern eine Kostenzuweisung auf Grund der wirklich am einzelnen Wagen ausgeführten Unterhaltungsarbeiten. In absehbarer Zeit wird daher kaum mit der Möglichkeit der genauen Erfassung der Betriebswerk-Unterhaltungskosten des einzelnen Personenwagens zu rechnen sein. Man wird sich bei der Bildung von Richtwerten für die Unterhaltungskosten der Personenwagen vorläufig damit begnügen müssen, die Ausbesserungswerk-Kosten allein zu berücksichtigen, wobei man sich selbstverständlich der geringeren Genauigkeit der so gebildeten Richtwerte bewußt bleiben muß. Die Unvollkommenheit dieser nur die Ausbesserungswerk-Kosten berücksichtigenden Richtwerte erreicht allerdings nicht den Grad, den die früher für die Kosten der Dampflokomotiven gebräuchlichen Richtwerte aufwiesen, da die Betriebswerk-Kosten bei den Personenwagen einen erheblich geringeren Anteil an den Gesamt-Unterhaltungskosten ausmachen als bei

den Dampflokomotiven. Im Jahre 1931 betrug der Anteil der Betriebswerk-Kosten an den Gesamt-Unterhaltungskosten bei den Dampflokomotiven 28%, bei den Personenwagen dagegen nur 8%.

Um die Unterhaltungskosten von Fahrzeugen vergleichen zu können, müssen sie auf einen einheitlichen Nenner gebracht werden. Die allgemeine Form eines Kosten-Vergleichswertes ist demnach, wie eingangs schon angedeutet, durch das Verhältnis $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Bezugsgrößen}}$ gegeben. Die Möglichkeit, Bezugsgrößen für die Unterhaltungskosten der Personenwagen aufzufinden, ist an sich groß. Schwierig wird die Bildung von Richtwerten dadurch, daß es notwendig ist, solche Bezugsgrößen zu wählen, die zahlenmäßig darstellbar sind, die also statistisch erfaßt werden oder erfaßt werden können. Von der großen Zahl der möglichen Bezugsgrößen wie Zahl der zu unterhaltenden Wagen, Achskilometer, Wagenkilometer, Personenkilometer, Zahl der Fahrten, Verkehrseinnahmen, Häufigkeit des Schadanfalls usw. läßt sich nur ein geringer Teil in einer solchen Form und in einer solchen Unterteilung zahlenmäßig darstellen, daß er zu den Unterhaltungskosten eines einzelnen Wagens oder einer Wagengruppe in Beziehung gesetzt werden kann. Die eben genannten Bezugsgrößen werden zwar allgemein für das gesamte Reichsbahngebiet oder für die einzelnen Teile des Reichsbahngebietes festgestellt, aber meist nicht individuell für einzelne Wagen oder Wagengruppen. So wird es beispielsweise kaum möglich sein, die Verkehrseinnahmen (und zwar nicht die durchschnittlichen, sondern die wirklichen) eines einzelnen bestimmten Wagens zu ermitteln.

Aus dieser Schwierigkeit erklärt es sich, daß Richtwerte für den Vergleich von Personenwagen-Unterhaltungskosten in den Statistiken der Reichsbahn noch kaum vorhanden sind. Der einzige Kosten-Vergleichswert, der in der Werkstättenstatistik bisher gebildet wurde, baut sich auf der Zahl der zu unterhaltenden Wagen auf. In den Abb. 1 u. 2, Taf. 26 ist das Verhältnis $\frac{\text{Ausbesserungswerk-Unterhaltungskosten}}{\text{Zahl der zu unterhaltenden Wagen}}$ für die zwei- und dreiaxigen und die vieraxigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen*), unterteilt nach Werkstättenbezirken, örtlichen Direktionen und nach den Halbjahren 1929 bis 1931, graphisch dargestellt. Die Abszisse gibt in einem bestimmten Maßstab die Zahl der zu unterhaltenden Wagen an, die Ordinate die durchschnittlichen Unterhaltungskosten eines Wagens. Die durchschnittlichen Unterhaltungskosten eines zwei- und dreiaxigen Wagens im Halbjahr schwanken zwischen einem Mindestwert von 339 *R.M.* (Reichsbahndirektion Stuttgart, erstes Halbjahr 1931) und einem Höchstwert von 938 *R.M.* (Reichsbahndirektion Königsberg, erstes Halbjahr

*) „Richtwerte für den Vergleich von Lokomotiv-Unterhaltungskosten. Kritische Untersuchungen und Folgerungen“, erschienen in der Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. 1932, 49, S. 1017 ff.

*) Die in diesen und den nachfolgenden graphischen Darstellungen vorgenommene Einteilung der Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen in zwei- und dreiaxige und in vieraxige entspricht nicht ganz den wirklichen Bestandzahlen des Personenwagenparkes der Reichsbahn. Es kam nämlich bei den vorliegenden Untersuchungen weniger darauf an, die Wagen schematisch nach der Achsenzahl zu gruppieren, sondern vielmehr darauf, die Wagen, die in Schnell- und Eilzügen verkehren, und die Wagen, die in Personenzügen laufen, für sich zu erfassen. Hierdurch entsteht die Möglichkeit, bestimmte Bezugsgrößen, die sich nach den einzelnen Verkehrsarten unterteilen lassen (Achskilometer, Personenkilometer usw.), mit den Unterhaltungskosten bestimmter Wagengruppen in Verbindung zu bringen. Aus diesem Grunde sind auch die vieraxigen Wagen, die normalerweise in Personenzügen laufen (Schmalspurwagen, Langenschwalbacher Wagen und ein Teil der alten vieraxigen Abteil- und Durchgangswagen), in den graphischen Darstellungen zu den zwei- und dreiaxigen Wagen gerechnet worden. Ferner sind in den graphischen Darstellungen die Wagen der elektrisch betriebenen Berliner und Hamburger Stadt- und Vorortbahnen und ihre zugehörigen Größen (Unterhaltungskosten, Betriebsleistungen, Verkehrsleistungen, Einnahmen usw.) nicht berücksichtigt.

1930), die durchschnittlichen Unterhaltungskosten eines vierachsigen Wagens in gleicher Weise zwischen 780 *R.M.* (Reichsbahndirektion Erfurt, zweites Halbjahr 1930) und 3600 *R.M.* (Reichsbahndirektion Oppeln, zweites Halbjahr 1929. Die für die vierachsigen Wagen der Reichsbahndirektion Berlin errechneten außerordentlich hohen Durchschnittskosten im zweiten Halbjahr 1931 wurden hierbei in Anbetracht der geringen Zahl der zu unterhaltenden Wagen, unter denen sich noch vorzugsweise Salonwagen befinden, nicht berücksichtigt.

Die in den Abb. 1 u. 2, Taf. 26 dargestellten graphischen Schaubilder können zwar wertvolle Aufschlüsse geben über die Kostenentwicklung innerhalb der einzelnen Bezirke, sie können aber im allgemeinen nicht dazu benutzt werden, die Unterhaltungskosten der Bezirke miteinander zu vergleichen. Die in den graphischen Darstellungen für die Unterhaltungskosten gewählte Bezugsgröße, nämlich die Zahl der zu unterhaltenden Wagen, ist so unbestimmt und so vieldeutig, daß Kostenvergleiche, die sich auf dieser Bezugsgröße aufbauen, unbedingt zu falschen Ergebnissen führen müssen. Die Zahl der zu unterhaltenden Wagen steht zu den Unterhaltungskosten dieser Wagen nur in einer sehr losen Beziehung. Die durchschnittlichen Unterhaltungskosten eines Wagens werden in der Hauptsache durch die Art der Beanspruchung des zu unterhaltenden Wagenparks, weniger durch seine Größe bedingt. Besonders in Zeiten starker Verkehrsschwankungen, in denen die Ausnutzung der Wagen in den einzelnen Bezirken sehr unterschiedlich ist, dürfte der Richtwert
$$\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Zahl der zu unterhaltenden Wagen}}$$
 für einen kritischen Vergleich von Personenwagen-Unterhaltungskosten kaum in Frage kommen.

Eine Bezugsgröße, die in einem gewissen Zusammenhang mit der Beanspruchung der Personenwagen steht und deren zahlenmäßige Angabe keine Schwierigkeiten bereitet, stellt der Schadanfall der Wagen dar, d. h. die Häufigkeit der Zuführung ausbesserungsbedürftiger Wagen zu den Ausbesserungswerken. Es liegt deshalb nahe, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Wertigkeit der einzelnen Schadgruppen einen Kostenrichtwert von der Form
$$\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Schadanfall}}$$
 zu bilden.

In den graphischen Darstellungen der Abb. 3 u. 4, Taf. 26 ist der Schadanfall der zwei- und dreiachsigen und der vierachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen, unterteilt nach Werkstättenbezirken, örtlichen Direktionen und den Halbjahren 1929 bis 1931, wiedergegeben. Auf der Abszisse ist wiederum die Zahl der zu unterhaltenden Wagen aufgetragen, auf der Ordinate in Prozent der Schadanfall, wobei ein Schadanfall von 100% bedeutet, daß jeder zu unterhaltende Wagen im Durchschnitt einmal im Halbjahr dem Ausbesserungswerk zugeführt worden ist. Die Häufigkeit der Zuführung der Wagen zu den Ausbesserungswerken ist in den einzelnen Direktionsbezirken sehr unterschiedlich. Bei den zwei- und dreiachsigen Wagen sind es vor allem mittel- und ostdeutsche Bezirke, die einen hohen Schadanfall zeigen, bei den vierachsigen Wagen weist besonders der Werkstättenbezirk München eine starke Zuführungshäufigkeit auf. Daß eine starke Beanspruchung der Wagen sich in einer erhöhten Zuführungshäufigkeit ausdrücken muß, liegt auf der Hand. Die graphischen Darstellungen lassen erkennen, daß gerade die klimatisch ungünstigen Bezirke einen hohen Schadanfall aufweisen.

Würde der Schadanfall eine reine Funktion der Beanspruchung des Wagenparks sein, so könnte ein Richtwert von der Form
$$\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Schadanfall}}$$
 einwandfreie Kostenvergleiche ermöglichen. Es ist jedoch anzunehmen, daß die

Größe des Schadanfalls nur zu einem Teil von der Beanspruchung des Wagenparks abhängig ist, daß sie daneben aber auch zu einem anderen (und vielleicht größeren) Teil auf unterschiedliche Organisation im Unterhaltungswesen zurückzuführen ist. Durch einen Vergleich der in den Abb. 3 u. 4, Taf. 26 dargestellten Zuführungshäufigkeit mit den in den Abb. 1 u. 2, Taf. 26 wiedergegebenen Unterhaltungskosten läßt sich feststellen, daß Bezirke mit hohem Schadanfall trotzdem niedrige Unterhaltungskosten aufweisen können, während Bezirke mit geringem Schadanfall unter Umständen mit hohen Unterhaltungskosten behaftet sind. Hieraus geht schon hervor, daß der Schadanfall als Bezugsgröße für die Unterhaltungskosten nur mit Vorsicht anzuwenden ist. Erfolgversprechend dürfte dagegen das umgekehrte Verfahren sein, nämlich auf Grund bestehender einwandfreier Kosten-Vergleichswerte Folgerungen für die wirtschaftliche Größe des Schadanfalls zu ziehen. Denn es ist einleuchtend, daß bei einer gegebenen Beanspruchung des Wagenparks durch Betrieb, Verkehr und Witterung nur eine ganz bestimmte Zuführungshäufigkeit die wirtschaftlichste ist, wobei der Begriff Wirtschaftlichkeit im weitesten Sinne zu fassen ist, d. h. eine Herabsetzung der Fahrzeug-Unterhaltungskosten auf ein optimales Minimum darf nicht von einer durch Außerachtlassen verkehrswerbender Gesichtspunkte bedingten Verminderung der Verkehrseinnahmen begleitet sein. Die wirtschaftlichste Zuführungshäufigkeit wird im allgemeinen unter der heute üblichen Zuführungshäufigkeit liegen.

Außer der Zahl der zu unterhaltenden Wagen und dem Schadanfall werden in der Werkstättenstatistik der Reichsbahn keine Bezugsgrößen für die Unterhaltungskosten der Personenwagen aufgeführt. Da diese beiden Bezugsgrößen, wie eben dargelegt, für die Bildung von Kosten-Vergleichswerten nicht geeignet sind, wäre nunmehr zu untersuchen, ob sich aus den übrigen bei der Reichsbahn geführten Statistiken über die Betriebs- und Verkehrsleistungen des Fahrzeugparks einwandfreie Bezugsgrößen für die Unterhaltungskosten der Personenwagen finden lassen.

Eine Bezugsgröße, die zu der Beanspruchung und Abnutzung der Wagen in enger Beziehung steht und die für die Bildung von Kostenrichtwerten somit hauptsächlich in Frage kommt, stellt die Betriebsleistung der Personenwagen, ausgedrückt in Wagenkilometern, dar. Die statistische Erfassung der Wagenkilometer lag bei der Reichsbahn bis vor kurzem noch sehr im argen. Die Laufleistung eines einzelnen Personenwagens innerhalb eines bestimmten Zeitraums konnte früher nur in Ausnahmefällen, wenn auf besondere Anordnung einer Direktion Aufschreibungen vorgenommen wurden, festgestellt werden. Erst seit Mai 1932 wird auf Grund einer Verfügung der Hauptverwaltung die Laufleistung jedes Personenwagens genau verfolgt und in einem Karteiblatt eingetragen. Die Betriebsleistung eines zum Ausbesserungswerk zugeführten Personenwagens seit einer vorangegangenen Ausbesserung ist demnach in Zukunft bekannt und kann zu den Kosten der Ausbesserung in Beziehung gesetzt werden.

Ein Nachteil dieser sehr wertvollen statistischen Erfassung der Wagenbetriebsleistungen besteht noch darin, daß die Laufleistung der Wagen erst dann aus dem Karteiblatt ausgezogen wird, wenn der Wagen nach dem Ausbesserungswerk läuft. Da stets eine gewisse Zahl Wagen ausgemustert wird und da bei dem heutigen schwachen und ungleichmäßigen Verkehr viele Wagen erst nach Ablauf eines längeren Zeitraums dem Ausbesserungswerk zugeführt werden, ist es nicht möglich, die Gesamtleistung des Wagenparks eines Direktions- oder Werkstättenbezirks innerhalb eines bestimmten Zeitraums (Monat, Halbjahr usw.) unmittelbar am Ende dieses Zeitraums festzustellen wie es beispielsweise durch die Betriebswirtschaftliche Kartei für die Lokomotivleistungen geschieht. Eine derartige unmittelbare statistische Erfassung der Betriebs-

leistungen von Personenwagenparks innerhalb bestimmter Zeitabschnitte wäre aus finanzwirtschaftlichen Gründen sehr wertvoll. Vor allem könnte sie als Grundlage einer Mittelverteilung dienen. Sodann ließen sich aus dem Vergleich der in einem bestimmten Zeitabschnitt bewirkten Betriebsleistungen mit den in demselben Zeitabschnitt entstandenen Unterhaltungskosten wichtige Folgerungen für Betrieb und Erhaltungswirtschaft ziehen.

Vergleiche von Personenwagen-Betriebsleistungen und -Unterhaltungskosten sind bisher mangels statistischer Unterlagen noch nicht durchgeführt worden*). In dem in Textabb. 1 wiedergegebenen graphischen Schaubild ist der Versuch unternommen worden, wenigstens für einen Teil des Personenwagenparks, nämlich für die zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen, die durchschnittliche Laufleistung eines Wagens im Halbjahr, unterteilt nach Werkstättenbezirken und den Halbjahren 1929 bis 1931, darzustellen.

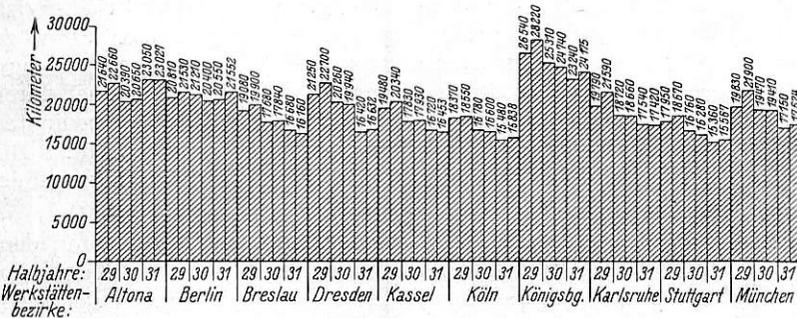


Abb. 1.

Die für die durchschnittliche Laufleistung angegebenen Werte können keinen Anspruch auf unbedingte Genauigkeit erheben, sie gründen sich auf einige Annahmen. Die Hauptannahme besteht darin, daß die von den Personenzugwagen eines bestimmten Werkstättenbezirks geleisteten Achskilometer fast genau mit den in der Statistik für die einzelnen örtlichen Direktionen des Werkstättenbezirks in der Zugart „Personenzüge“ angegebenen Achskilometern übereinstimmen, weil die Differenz der von den eigenen Wagen in fremden Werkstättenbezirken und der von fremden Wagen im eigenen Werkstättenbezirk geleisteten Achskilometer nahezu verschwindet.

Die zahlenmäßige Errechnung der durchschnittlichen Wagenlaufleistung gründet sich auf die in Blatt 03 der Statistischen Mitteilungen des Reichsbahn-Zentralamtes („Leistungen der Züge und Wagen nach Reichsbahndirektionen“) angegebenen Achskilometer der Personenzüge. Unter den in dieser Statistik aufgeführten Begriff „Personenzüge“ fallen auch Triebwagen, Expreßzüge, Züge der Berliner und Hamburger Stadt- und Vorortbahnen usw. Da nur die Achskilometer der zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen erfaßt werden sollten, war es nötig, die übrigen unter den Sammelbegriff „Personenzüge“ fallenden Zugarten und Wagen auszuschneiden. Dies wurde mit Hilfe anderer Reichsbahnstatistiken und unter Bildung bestimmter Umrechnungsschlüssel durchgeführt. Die Umrechnung der Achskilometer in Wagenkilometer geschah unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Achsenzahl der Personenwagen der Werkstättenbezirke.

Wenn auch, wie schon gesagt, die auf diese Weise für die

durchschnittliche Laufleistung der Wagen errechneten Zahlen keinen Anspruch auf volle Genauigkeit erheben können, so geben sie doch immerhin ein annähernd richtiges Bild von der Ausnutzung und der Beanspruchung der verschiedenen Wagenparks. Wie zu erwarten war, weisen im allgemeinen die Wagen der dünner besiedelten Bezirke, in denen ein großer Teil des Fernverkehrs auf die Personenzüge entfällt (Altona, Königsberg, München), eine höhere durchschnittliche Laufleistung auf als die Wagen der dichter besiedelten, industriellen Bezirke (Breslau, Köln, Stuttgart), in denen der Nahverkehr eine Hauptrolle spielt.

Die Betriebsleistung der Personenwagen kann nicht als die einzige Bezugsgröße für die Unterhaltungskosten angesehen werden. Die Beanspruchung der Personenwagen und somit ihre Unterhaltungskosten hängen noch von anderen Größen ab. Hier ist vor allem die Verkehrsleistung der Wagen zu nennen. Die Beanspruchung und die Abnutzung der Wagen durch die Reisenden ist nicht unbedeutend (im zweiten Teil der Abhandlung wird auf den Einfluß der einzelnen Beanspruchungsgrößen auf die Abnutzung und die Unterhaltungskosten der Wagen noch näher eingegangen werden). Ebenso wenig wie für die Ermittlung der durchschnittlichen Laufleistung von Wagen bestimmter Bezirke bisher genaue statistische Unterlagen zur Verfügung standen, sind für die Verkehrsbeanspruchung einwandfreie Vergleichszahlen vorhanden. Um wenigstens ein annäherndes Bild von der durchschnittlichen Verkehrsbeanspruchung der Wagen bestimmter Bezirke zu erhalten, ist in dem in Textabb. 2 wiedergegebenen Schaubild der Versuch unternommen, die Verkehrsbeanspruchung der zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen, unterteilt nach Werkstättenbezirken und den Halbjahren 1929 bis 1931, darzustellen. Als Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung wurde die Zahl der Fahrten (abgefahrene Personen) gewählt, die

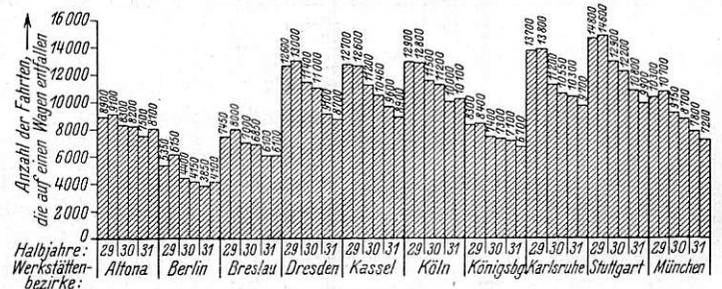


Abb. 2.

innerhalb eines Halbjahres auf einen Wagen im Durchschnitt entfallen. Ob die Zahl der Fahrten ein geeigneter Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung der Wagen ist, möge hier nicht erörtert werden; im zweiten Teil der Abhandlung wird die Frage der Verkehrsbeanspruchung der Wagen und die Möglichkeit der statistischen Erfassung der Verkehrsleistungen noch näher untersucht.

Die Errechnung der in Textabb. 2 für die Verkehrsbeanspruchung angegebenen Zahlen gründet sich wiederum auf der Annahme, daß die den einzelnen Werkstättenbezirken zugehörigen zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen im allgemeinen nur innerhalb dieser Werkstättenbezirke laufen. Die Zahl der Fahrten, die in Personenzügen während der Halbjahre 1929 bis 1931 in den einzelnen Werkstättenbezirken ausgeführt worden sind, wurde in dankenswerter Weise von der Verkehrskontrolle der Reichsbahndirektion Köln unter Auswertung der eigenen und der von den übrigen Reichsbahn-Verkehrskontrollen zur Verfügung gestellten Unterlagen ermittelt. Hierbei wurde die Zahl der Fahrten mit Hilfe der üblichen Umrechnungsschlüssel aus der

*) In den in den letzten Jahren herausgegebenen Berichten der Werkstättenstatistik findet sich zwar der Vergleichswert Unterhaltungskosten/Achskilometer, er konnte jedoch nur für das gesamte Reichsbahngebiet gebildet werden. Eine Unterteilung nach Bezirken und Wagenarten war bisher mangels geeigneter statistischer Zahlen über die Betriebsleistung der Wagen nicht möglich.

Zahl der verkauften Fahrkarten, Monatskarten, Netzkarten usw. errechnet.

Unter Berücksichtigung der Annahme des dauernden Verbleibens der Wagen im eigenen Werkstättenbezirk und unter Berücksichtigung der kleinen Fehler, die bei der Feststellung der Zahl der Fahrten durch das Umrechnungsverfahren eintreten können, wird man auch den in Textabb. 2 für die Verkehrsbeanspruchung der Wagen angegebenen Zahlen keine volle Genauigkeit zusprechen können. Immerhin ermöglicht die graphische Darstellung in Textabb. 2 Schlüsse von genügender Genauigkeit auf die Art der Verkehrsbeanspruchung der Wagenparks der einzelnen Werkstättenbezirke. Die Verkehrsbeanspruchung der Wagen — ausgedrückt in Zahl der Fahrten — verläuft meist umgekehrt wie die Betriebsleistung der Wagen. Wie aus Textabb. 1 hervorging, wiesen im allgemeinen die Wagen der dünner besiedelten Bezirke hohe durchschnittliche Laufleistungen auf, während die Wagen der dichter besiedelten industriellen Bezirke in ihrer Laufleistung niedrig lagen. Bezüglich der Zahl der Fahrten, die auf einen Wagen entfallen, stehen die dicht besiedelten, industriellen Bezirke an erster Stelle, die dünner besiedelten Bezirke fallen z. T. erheblich dagegen ab. (Bei Beurteilung der für den Werkstättenbezirk Berlin angegebenen Zahlen ist zu berücksichtigen, daß der größte Teil des Nahverkehrs, nämlich der Verkehr auf den elektrisch betriebenen Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, ausgedrückt ist).

Als weitere Bezugsgröße für die Unterhaltungskosten der Personenwagen könnten die Einnahmen aus dem Personenverkehr gewählt werden. Die Verkehrseinnahmen stellen in einem gewissen Grade einen Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung der Wagen dar. Es kann angenommen werden, daß die Personenwagen in den Bezirken, in denen hohe Einnahmen aus dem Fahrkartenverkauf aufkommen, auch hohe Verkehrsleistungen zu bewältigen haben. Diese Annahme trifft allerdings im wesentlichen nur für die Verkehrsart zu, bei der die in einem bestimmten Bezirk verkauften Fahrkarten im allgemeinen nur für Fahrten innerhalb dieses Bezirks gelöst werden, d. h. für den Personenzugverkehr. Im Schnell- und Eilzugverkehr werden Fahrkarten, die in einem bestimmten Bezirk gelöst sind, zu einem großen Teil in fremden Bezirken abgefahren. Eine Errechnung der durchschnittlich auf einen zu unterhaltenden Personenwagen entfallenden Verkehrseinnahmen aus dem Fahrkartenerlös eines Bezirks wird demnach nur für die in Personenzügen laufenden Wagen möglich sein.

In der in Textabb. 3 wiedergegebenen graphischen Darstellung ist der Versuch unternommen worden, die Verkehrseinnahmen, die in den einzelnen Werkstättenbezirken aus dem Personenzugverkehr in den Halbjahren 1929 bis 1931 aufgenommen sind, auf die in diesen Werkstättenbezirken zu unterhaltenden zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen umzulegen. Wie die graphische Darstellung in Textabb. 3 erkennen läßt, weichen die einzelnen Werkstättenbezirke hinsichtlich der durchschnittlich auf einen Wagen entfallenden Verkehrseinnahmen nicht sehr stark voneinander ab, wenigstens bei weitem nicht in einem solchen Maße, wie hinsichtlich der in Textabb. 1 und 2 dargestellten auf einen Wagen entfallenden Betriebsleistungen und Fahrten. Die sich aus der unterschiedlichen Verkehrsgestaltung in den einzelnen Bezirken ergebenden Besonderheiten in Laufleistung und Fahrtenzahl gleichen sich bei den Verkehrseinnahmen aus, d. h. wenige, aber längere Fahrten in den dünn besiedelten Gebieten und häufige, aber kürzere Fahrten in den dicht besiedelten industriellen Bezirken ergeben annähernd dieselben Verkehrseinnahmen. Die Verkehrseinnahmen stellen also in einem gewissen Grade einen Maßstab für die geleisteten Personenkilometer dar, auf die im zweiten Teil der Abhandlung noch näher eingegangen wird. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß Verkehrs-

einnahmen und Personenkilometer nicht ohne weiteres gleichbedeutend sind. In den Verkehrsgebieten, in denen hauptsächlich einfache Fahrkarten gelöst werden, entspricht einer bestimmten Verkehrseinnahme eine geringere Leistung an Personenkilometern als in den Gebieten, in denen vorzugsweise Wochen-, Monats- und Netzkarten gelöst werden. Will man aus der in Textabb. 3 wiedergegebenen graphischen Darstellung Schlüsse auf die Höhe der geleisteten Personenkilometer ziehen, wird man die Besonderheiten des Verkehrs berücksichtigen müssen, und zwar derart, daß man für die dichtbesiedelten industriellen Bezirke, die einen starken Berufsverkehr zu verbilligten Tarifen aufweisen, den Umrechnungsschlüssel

$\frac{\text{Personenkilometer}}{\mathcal{R}M\text{-Einnahmen}}$

$\frac{\text{Personenwagen-Unterhaltungskosten}}{\text{Verkehrseinnahmen}}$

höher ansetzt als für die dünn besiedelten ländlichen Bezirke.

Das Verhältnis $\frac{\text{Personenwagen-Unterhaltungskosten}}{\text{Verkehrseinnahmen}}$ dürfte

auch noch in anderer Hinsicht aufschlußreich sein. In einem nach kaufmännischen Grundsätzen geleiteten Unternehmen, wie es ja auch die Deutsche Reichsbahn darstellt, wird man die Vermögenswerte, denen in werbender Hinsicht eine besondere

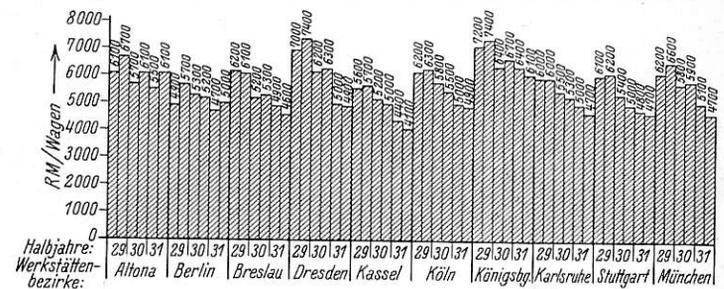


Abb. 3.

Bedeutung zukommt, in Unterhaltung und Pflege bevorzugt behandeln. Es liegt deshalb nahe, dem einzelnen Wagen oder den Wagenbauarten die Mittel für die Unterhaltung nicht nur auf Grund ihrer Beanspruchung durch Betrieb, Verkehr und Witterung zuzuteilen, sondern auch unter Berücksichtigung der auf sie entfallenden Verkehrseinnahmen, d. h. man wird dem gut verdienenden Wagen trotz einer vielleicht geringeren Beanspruchung höhere Unterhaltungs- und Pflegekosten zuzubilligen können als dem schlecht verdienenden Wagen, der beispielsweise nur Personen zu ermäßigten Tarifen (Ausflugsverkehr, Ferienverkehr usw.) befördert.

Das Verhältnis $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Verkehrseinnahmen}}$ läßt sich für einzelne

Wagenbauarten, unterteilt nach Direktions- oder Werkstättenbezirken, mangels genauer statistischer Unterlagen zur Zeit noch nicht bilden. Dagegen kann dies Verhältnis ohne Schwierigkeit für das gesamte Reichsbahngebiet für die zwei- und dreiachsigen Personenzugwagen und die vierachsigen Personenzugwagen zahlenmäßig angegeben werden. So entfielen beispielsweise im Jahr 1931 auf einen zwei- oder dreiachsigen Personenzugwagen im Durchschnitt 10500 $\mathcal{R}M$ an Verkehrseinnahmen und 950 $\mathcal{R}M$ an Ausbesserungswerk-Unterhaltungskosten, auf einen vierachsigen Personenzugwagen im Durchschnitt 35500 $\mathcal{R}M$ an Verkehrseinnahmen und 3200 $\mathcal{R}M$ an Ausbesserungswerk-Unterhaltungskosten. Hieraus errechnet sich für das Verhältnis $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Verkehrseinnahmen}}$ für beide

Wagengruppen der Wert von 0,09, d. h. auf 1000 $\mathcal{R}M$ Verkehrseinnahmen entfallen in beiden Fällen 90 $\mathcal{R}M$ Unterhaltungskosten. Die genaue Übereinstimmung des Verhältnisses $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Verkehrseinnahmen}}$ für die zwei- und dreiachsigen und die

vierachsigen Wagen lehrt, daß bei der Zuweisung der Mittel für die Unterhaltung, soweit die Verkehrseinnahmen den Maßstab für die Zuweisung abgeben, keine der beiden Wagen-
gruppen bevorzugt behandelt worden ist. Hierbei darf allerdings nicht vergessen werden, daß infolge des Verkehrsrückgangs die Reserven bei den beiden Wagenarten z. Z. sehr unterschiedlich sind. Wenn nur der „aktive“ Wagen, der in der Hauptsache am Verkehr und den Einnahmen beteiligt ist, berücksichtigt wird, so wird sich für den vierachsigen Wagen ein günstigeres Verhältnis $\frac{\text{Unterhaltungskosten}}{\text{Verkehrseinnahmen}}$ errechnen als für den zwei- und dreiachsigen Wagen. Außerdem darf nicht übersehen werden, daß der Verkehr in den Personenzügen Zuschußverkehr ist, während der Verkehr in Eil- und Schnellzügen, namentlich in den letzteren, Überschüsse bringt. Aus diesem Grunde wären an sich für die vierachsigen Wagen höhere Ausgaben gerechtfertigt.

II. Weiterentwicklung der bestehenden Richtwerte. Möglichkeiten und Grenzen.

Im ersten Teil der Abhandlung war der Versuch unternommen, aus bestehenden statistischen Unterlagen Bezugsgrößen für die Unterhaltungskosten der Personenwagen in den Reichsbahn-Ausbesserungswerken aufzufinden. Von den untersuchten Bezugsgrößen war die Zahl der zu unterhaltenden Wagen und der Schadanfall als ungeeignet für die Bildung von Kosten-Vergleichswerten festgestellt worden. Die übrigen im ersten Teil der Abhandlung zahlenmäßig dargestellten Bezugsgrößen, nämlich die Betriebs- und Verkehrsleistungen der Wagen, können zwar als Grundlage für die Bildung von Kosten-Richtwerten dienen, sie sind jedoch noch insofern mangelhaft, als sie nur für einen Teil des Wagenparks, nämlich für die zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen Gültigkeit haben. Sie sind ferner auch deshalb noch ungenügend, weil der Zusammenhang zwischen den einzelnen Bezugsgrößen nicht hergestellt ist. Es geht nicht an, die Unterhaltungskosten nach Gutdünken lediglich auf die eine oder andere Größe zu beziehen, um aus solchen einseitig gebildeten Verhältniswerten irgendwelche Folgerungen abzuleiten. Für die Bildung einwandfreier Kosten-Vergleichswerte ist es vielmehr nötig, alle Bezugsgrößen, die irgendwie mit der Beanspruchung der Wagen im Zusammenhang stehen, zugleich zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck muß festgestellt werden:

1. Auf welche Größen ist die Beanspruchung und die Abnutzung der Personenwagen zurückzuführen?

2. Wie groß ist zahlenmäßig der Anteil der einzelnen Beanspruchungsgrößen an der Gesamtbeanspruchung und somit an den Gesamt-Unterhaltungskosten?

Die unter 1. aufgeführte Frage läßt sich verhältnismäßig einfach beantworten. Alle Beanspruchungen eines Personenwagens lassen sich auf die folgenden drei Größen zurückführen:

a) Betriebsleistung. Durch die Betriebsleistung des Wagens, d. h. durch seinen Lauf, wird hauptsächlich das Wagenuntergestell beansprucht. Die Abnutzung der Radsätze, der Lagerschalen, der Achslagerführungen, das Erschlaffen der Tragfedern usw. verläuft annähernd proportional der Wagenlaufleistung. Auch solche Beanspruchungen des Wagens, die nicht unmittelbar mit der Laufleistung zusammenhängen, können auf die Bezugsgröße „Betriebsleistung“ zurückgeführt werden. Hier ist z. B. der Verschleiß der gesamten Bremsanlage zu nennen. Die Abnutzung der Bremsanlage steht an sich zu der Wagenlaufleistung in keiner Beziehung, sie ist vielmehr abhängig von der Häufigkeit und der Stärke der Bremsung. Es kann jedoch angenommen werden, daß bei Wagen bestimmter Bauart, die unter gleichen oder ähnlichen Verkehrsbedingungen laufen, die Häufigkeit der Bremsung

annähernd proportional der Wagenlaufleistung ist und daß somit auch die Abnutzung der Bremsanlage als eine Funktion der Betriebsleistung betrachtet werden kann. Auch die durch außergewöhnliche Betriebsbeanspruchungen (Zusammenstoß, Entgleisung usw.) verursachten Schäden können — vorausgesetzt, daß es sich nicht um die Erfassung eines einzelnen Wagens handelt, sondern um die Erfassung einer Wagengruppe, beispielsweise des Wagenparks eines Werkstättenbezirks — als eine Funktion der Wagenlaufleistung angesehen werden in der Annahme, daß nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit bei genügend großer Wagenzahl auf eine bestimmte Wagenlaufleistung eine bestimmte Anzahl außergewöhnlicher Betriebsbeanspruchungen derselben Art entfällt.

b) Verkehrsleistung. Die durch die Verkehrsleistung bedingten Schäden erstrecken sich im wesentlichen auf das Innere des Wagenkastens. Auf die Verkehrsleistung ist die Abnutzung aller der Teile zurückzuführen, die durch die Reisenden beansprucht werden (Bänke, Fußböden, Türen, Fenster, Gepäcknetze usw.). Auch die Abnutzung solcher Teile der Wagenausstattung, mit denen zwar der Reisende nicht unmittelbar in Berührung kommt, die aber aus verkehrswerbenden Gründen notwendig sind (Heizung, Lüftung, Beleuchtung usw.), kann auf die Beanspruchungsgröße „Verkehrsleistung“ zurückgeführt werden.

c) Witterung. Von der Witterung werden hauptsächlich die am Äußeren des Wagenkastens auftretenden Schäden verursacht (Altern und Reißen des Wagenanstriches, Verrotten der Bleche, Undichtwerden des Daches usw.). Auch die Altersschäden am Untergestell und am Kastengerippe (Verrotten des Untergestells, Verrotten des Kastengerippes bei eisernen Wagenkästen, Verfaulen des Kastengerippes bei hölzernen Wagenkästen) sind dieser Beanspruchungsgröße zuzurechnen.

Die oben unter 2. aufgeführte Frage, die sich mit den Anteilen der einzelnen Beanspruchungsgrößen an der Gesamtbeanspruchung befaßt, ist nur auf Grund ausführlicher Aufschreibungen in den Unterhaltungsbetrieben zu beantworten. Die geschäftsführende Direktion für das Werkstättenwesen Köln hat zu diesem Zweck in mehreren Personenwagen-Ausbesserungswerken ihres Bezirks Untersuchungen über die Ursachen der Schäden und über den Anteil der einzelnen Beanspruchungsgrößen an der Entstehung der Gesamt-Unterhaltungskosten anstellen lassen. Obwohl die Untersuchungen in den einzelnen Ausbesserungswerken vollkommen unabhängig voneinander durchgeführt wurden und obwohl die Entscheidung der Frage, auf welche Beanspruchungsgröße ein Schaden zurückzuführen ist, in vielen Fällen nicht ohne weiteres festlag, sondern von der persönlichen Auffassung abhängig war, stimmten die Ergebnisse der Untersuchungen sehr gut überein. Es dürfte deshalb nicht abwegig sein, Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen für die allgemeinen Verhältnisse der Personenwagen-Unterhaltung im Reichsbahngebiet zu ziehen.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf D-Zugwagen, Eilzugwagen und zwei- und dreiachsige Personenzugwagen. Es wurde sowohl jede der fünf für die Personenwagen-Unterhaltung festgesetzten Schadgruppen für sich als auch zum Schluß die Gesamtunterhaltung erfaßt. Das Ergebnis der Untersuchungen ist in der Zusammenstellung 1 dargestellt. In den senkrechten Spalten 2 bis 4 dieser Zusammenstellung ist die in den einzelnen Schadgruppen festgestellte Gesamtbeanspruchung (100%) aufgeteilt nach den drei Beanspruchungsgrößen.

Je nach der Bauart der Wagen (Stahl, Holz), nach ihrer Verwendung (Hauptbahn, Nebenbahn) und nach ihrem Alter schwankt der Anteil der einzelnen Beanspruchungsgrößen an der Gesamtbeanspruchung. Diese Schwankungen wurden

dadurch berücksichtigt, daß die Werte für die Aufteilung der Gesamtbeanspruchung nicht in einer festen Durchschnittszahl, sondern als untere und obere Grenzzahlen angegeben wurden. Wie die in der Zusammenstellung 1 aufgeführten Zahlen erkennen lassen, sind bei einer bestimmten Schadgruppe die durch Bauart, Verwendung und Alter der Wagen bedingten Abweichungen von einem Mittelwert allerdings nicht sehr erheblich.

Zusammenstellung 1.

Anteil der Beanspruchungsgrößen an der Entstehung der Unterhaltungskosten der zur Ausbesserung zugeführten Personenwagen.

Schadgruppe		Beanspruchung in % durch:		
		Betriebsleistung	Verkehrsleistung	Witterung
1. Außerplanmäßige Ausbesserung (ohne Untersuchung)	D-Zugwagen	100% oder 100%		—
	Eilzugwagen			
	Personenzugwagen			
2. Einfache Untersuchung	D-Zugwagen	50—60%	18—25%	16—22%
	Eilzugwagen	45—50%	28—31%	18—20%
	Personenzugwagen	50—55%	28—33%	15—22%
3. Untersuchung mit allgemeiner Auffrischung	D-Zugwagen	40—45%	35—40%	17—20%
	Eilzugwagen	30—35%	40—45%	25—30%
	Personenzugwagen	30—35%	40—45%	25—30%
4. Hauptausbesserung	D-Zugwagen	30—35%	35—40%	28—35%
	Eilzugwagen	25—30%	40—45%	30—33%
	Personenzugwagen	27—31%	40—50%	28—32%
5. Vollaufarbeitung	D-Zugwagen	18—20%	35—40%	35—40%
	Eilzugwagen	15—20%	35—40%	40—50%
	Personenzugwagen	17—22%	30—40%	40—45%

Werden die bei den einzelnen Schadgruppen festgestellten Anteilsätze der Beanspruchungsgrößen an der Gesamtbeanspruchung miteinander verglichen, so ergeben sich entsprechend der Verschiedenartigkeit der Ausbesserungsarbeiten in den einzelnen Schadgruppen selbstverständlich große Unterschiede. Wagen der Schadgruppe 1 werden im allgemeinen dem Ausbesserungswerk wegen irgend eines besonderen Schadens zugeführt, der meist in vollem Umfange entweder auf Betriebsbeanspruchung oder Verkehrsbeanspruchung zurückzuführen ist. Witterungsschäden sind in dieser Schadgruppe — wenigstens in dem erwähnten Unterhaltungsbezirk — äußerst selten. Die Ausbesserungswerke werden für Ausbesserungsarbeiten der Schadgruppe 1 in der Regel auch nur dann in Anspruch genommen, wenn die Betriebswerke die Wagen wegen eigener Überlastung oder mangels geeigneter Einrichtungen nicht selbst ausbessern können.

Die Wagen der Schadgruppe 2 stehen hinsichtlich der Zuführungshäufigkeit zum Ausbesserungswerk an erster Stelle. Der Wagen der Schadgruppe 2 wird werkstättenreif auf Grund der gesetzlichen Vorschriften über die höchstzulässige Laufzeit oder auf Grund der von der Verwaltung erlassenen Vorschriften über den höchstzulässigen Laufweg. Nennenswerte Schäden, die eine Zuführung zum Ausbesserungswerk rechtfertigen, weisen die Wagen der Schadgruppe 2 in der Regel nicht auf. Über die Hälfte der Unterhaltungsarbeit entfällt auf die Beseitigung von Laufschäden. Die Aufwendungen für die Beseitigung der Schäden, die durch die Reisenden oder durch die Witterung hervorgerufen sind, beschränken sich in der Hauptsache auf kleinere Ausbesserungsarbeiten.

Bei den Wagen der Schadgruppe 3 wird die Höhe der Kostenanteile der drei Beanspruchungsgrößen sichtbar durch die „Auffrischung“ bestimmt. Der prozentuale Anteil der Verkehrsbeanspruchung tritt im Vergleich zu der Schadgruppe 2 stark in den Vordergrund. Die Auffrischung erstreckt sich in der Hauptsache auf das Wageninnere und auf die Teile, mit denen der Reisende in Berührung kommt (Sitzbänke, Polster, Decken, Wände, Abort- und Wascheinrichtungen). Die Kosten für die Untersuchung und die Ausbesserung des Laufwerks sind zwar in ihrer absoluten Höhe gleich groß wie bei der Schadgruppe 2, werden aber in ihrem prozentualen Anteil durch das Anwachsen der Kosten, die für die Beseitigung der durch die Verkehrsbeanspruchung bedingten Schäden entstehen, herabgesetzt. Die Aufwendungen für die Witterungsschäden bleiben bei den D-Zugwagen prozentual auf der gleichen Höhe wie in der Schadgruppe 2, dagegen steigen sie bei den Eilzugwagen und den Personenzugwagen an, weil bei diesen Wagen infolge der längeren Laufzeit die nur von der Zeit abhängigen Witterungsschäden sich schon stärker bemerkbar machen.

Personenwagenausbesserungen der Schadgruppe 4 sind seit langem verhältnismäßig selten. Sie werden erst dann wieder in größerem Umfange anfallen, wenn die Zahl der nach Schadgruppe 5 aufgearbeiteten Wagen sich erhöht hat. Diese Wagen werden mit den in den letzten 5 bis 6 Jahren neu gelieferten Wagen nach etwa achtjähriger Betriebszeit eine Hauptausbesserung erhalten müssen. Die z. Z. und in den nächsten 2 bis 3 Jahren anfallenden Untersuchungswagen sind in einem solchen Zustand, daß für ihre Ausbesserung in der Regel nur die Schadgruppen 2, 3 und 5 in Frage kommen. Die für die Schadgruppe 4 in der Zusammenstellung 1 angegebenen Zahlen sind nicht aus jetzigen Ermittlungen gewonnen, sondern auf Grund früherer Kostenaufschreibungen festgestellt worden.

Bei den Wagen der Schadgruppe 5 liegen die prozentualen Anteile der Betriebs- und Witterungsbeanspruchung nahezu umgekehrt wie bei der Schadgruppe 2. In ihrer absoluten Höhe sind die Aufwendungen für Untersuchung und Ausbesserung des Laufwerks zwar gleichgeblieben, dagegen in ihrem prozentualen Anteil durch das außerordentliche Anwachsen der Kosten für die Beseitigung der Witterungsschäden (vollständige Erneuerung der Außenhaut) erheblich gesunken.

Die bisher untersuchten und besprochenen Anteilsätze der drei Beanspruchungsgrößen in den einzelnen Schadgruppen, die in der Zusammenstellung 1 aufgeführt sind, liefern zwar in mancher Hinsicht wichtige Erkenntnisse, können jedoch keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben. Wie aus den in der Anlage 3 und 4 wiedergegebenen graphischen Darstellungen hervorgeht, ist sowohl die Gesamtzuführungshäufigkeit des einzelnen Wagens wie auch die Beteiligung der einzelnen Schadgruppen an der Gesamtzuführungshäufigkeit in den Werkstättenbezirken sehr unterschiedlich. Hieraus kann geschlossen werden, daß die Auffassungen über die Werkstattreife eines Wagens und über seine Eingruppierung in eine bestimmte Schadgruppe nicht einheitlich sind. Es wird häufig vorkommen, daß ein Wagen mit bestimmten Betriebs-, Verkehrs- und Witterungsschäden in dem einen Werkstättenbezirk der Schadgruppe a und in einem anderen der Schadgruppe b zugeteilt wird. Infolge einer solchen unterschiedlichen Auffassung über die Einreihung der Wagen in die einzelnen Schadgruppen werden auch Untersuchungen über den Einfluß der Beanspruchungsgrößen auf die Ausbesserungskosten, wie sie vorstehend für den Werkstättenbezirk Köln durchgeführt sind, in anderen Werkstättenbezirken andere Ergebnisse haben, wobei es allerdings wahrscheinlich ist, daß die Unterschiede in den einzelnen Bezirken nicht sehr erheblich sind.

Während die im Werkstättenbezirk Köln für die einzelnen Schadgruppen festgestellten Anteilsätze der Beanspruchungs-

größen sich nicht ohne weiteres verallgemeinern lassen, kann dagegen die im Werkstättenbezirk Köln für die Gesamt-Personenwagenunterhaltung ermittelte Aufteilung der Unterhaltungskosten auf die Beanspruchungsgrößen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben, weil bei Erfassung der Gesamtunterhaltungskosten unterschiedliche Auffassungen über die Eingruppierung ausbesserungsbedürftiger Wagen in die einzelnen Schladgruppen sich nicht auswirken können. Die Untersuchungen im Werkstättenbezirk Köln über den Anteil der drei Beanspruchungsgrößen an der Entstehung der Unterhaltungskosten haben ergeben, daß die Gesamtkosten der Personenwagenunterhaltung in den Ausbesserungswerken sich annähernd gleichmäßig auf die drei Beanspruchungsgrößen verteilen, d. h. daß die Unterhaltungskosten zu je einem Drittel durch die Betriebsbeanspruchungen, die Verkehrsbeanspruchungen und die Witterungsbeanspruchungen verursacht werden. Diese Feststellung gilt in gleicher Weise für D-Zug-, Eilzug- und Personenzugwagen.

Die Aufteilung der Gesamtunterhaltungskosten zu je einem Drittel auf die drei Beanspruchungsgrößen ist nicht endgültig, sie entspricht einer bestimmten Ausnutzung des Personenwagenparks. Ändert sich die Ausnutzung des Personenwagenparks, so ändern sich unter Umständen auch die prozentualen Anteile der Beanspruchungsgrößen an den Gesamtunterhaltungskosten. Vor allem wird der Anteil der Witterungsbeanspruchung nicht konstant bleiben. Da die Witterungsbeanspruchung als reine Funktion der Zeit unabhängig von der Ausnutzung des Wagenparks ist, wird der Anteil der Witterungsbeanspruchung an der Entstehung der Unterhaltungskosten bei einer guten Ausnutzung des Wagenparks geringer sein als bei einer schlechten. Diese Überlegungen treffen allerdings nur dann zu, wenn stets alle Wagen des Parks unabhängig von seiner Ausnutzung unterhalten werden. Werden jedoch, wie es neuerdings bei der Reichsbahn geschieht, während einer schlechten Verkehrslage solche Wagen, die weder durch Betrieb noch Verkehr beansprucht werden, von der Ausbesserung zurückgestellt, so wird auch der Anteil der Witterungsbeanspruchung an der Entstehung der Gesamtunterhaltungskosten zunächst nicht steigen. Bei einer derartigen Anpassung des Personenwagen-Unterhaltungswesens an die jeweilige Verkehrslage dürfte auch bei schwankender Ausnutzung des Personenwagenparks die oben festgestellte gleichmäßige Beteiligung der drei Beanspruchungsgrößen an der Entstehung der Gesamtunterhaltungskosten im allgemeinen ihre Gültigkeit behalten*).

Nachdem die Größen für die Beanspruchung der Personenwagen nach Art und Zahl und ihre Anteile an der Entstehung der Unterhaltungskosten feststehen, wäre nunmehr zu untersuchen, durch welche statistischen Größen sich die drei Beanspruchungen zahlenmäßig darstellen lassen. Bei der Auffindung von statistischen Bezugsgrößen ist zu unterscheiden, ob es sich um Vergleiche von Kosten eines einzelnen Wagens handelt oder um Kostenrichtwerte für ganze Wagengruppen

*) Die Annahme einer unveränderlichen, gleichmäßigen Aufteilung der Personenwagen-Unterhaltungskosten nach den drei Beanspruchungsgrößen, die sich auf die Zurückstellung nicht benutzter Wagen gründet, ist allerdings nur für kurzdauernde Verkehrsschwankungen berechtigt. Bei langdauernden Konjunkturveränderungen wird der Anteil der Witterungsbeanspruchung an der Entstehung der Gesamtunterhaltungskosten doch von dem bei den genannten Untersuchungen festgestellten Wert von 33,3% mehr oder weniger abweichen. Es ist klar, daß z. B. bei Wagen, die mehrere Jahre abgestellt und nicht gepflegt worden sind, die Aufwendungen für die Beseitigung der Witterungsschäden bei der ersten Ausbesserung nach ihrer Wiederinbetriebnahme einen unverhältnismäßig hohen Anteil an den Gesamtunterhaltungskosten ausmachen werden.

(z. B. für die Wagenparks der Direktionen und Werkstättenbezirke). Im allgemeinen werden sich, wie früher schon angedeutet, statistische Bezugsgrößen für die Kosten von Wagengruppen leichter finden lassen als für die Kosten eines einzelnen Wagens, weil die wirkliche (nicht die durchschnittliche) Beanspruchung eines einzelnen Wagens der statistischen Erfassung nur schwer zugänglich ist.

Von den drei Beanspruchungsgrößen: Betrieb, Verkehr und Witterung lassen sich zwei, nämlich Betriebs- und Witterungsbeanspruchung, verhältnismäßig leicht zahlenmäßig darstellen.

Am einfachsten läßt sich ein Maßstab für die Witterungsbeanspruchung finden. Die Witterungsbeanspruchung ist im wesentlichen eine Funktion der Zeit. Die Witterungsschäden des einzelnen Wagens sind allerdings nicht nur lediglich von der Zeit abhängig, sondern auch von der Art seiner Pflege. Im allgemeinen werden sich Witterungsschäden bei Wagen, welche ständig laufen und infolgedessen dauernd gepflegt werden, in einem geringeren Umfange zeigen als bei Wagen, die längere Zeit abgestellt sind und eine systematische Pflege entbehren. Bei Vergleichen von Unterhaltungskosten ganzer Wagenparks würden wohl derartige durch eine unterschiedliche Pflege der einzelnen Wagen bedingten Besonderheiten sich ausgleichen, dagegen wäre es für die Beurteilung der Witterungsbeanspruchung von Wagenparks einzelner Bezirke zweckmäßig, sich nicht mit dem Zeitmaßstab allein zu begnügen, sondern auch die durch Klima und Industrieinwirkungen gegebenen Unterschiede der einzelnen Bezirke in Form von Zuschlägen, Bewertungsfaktoren oder dergl. zu berücksichtigen.

Als Maßstab für die Betriebsbeanspruchung kommt wohl allein die Wagenlaufleistung (Wagenkilometer) in Frage. Wie oben schon erläutert, macht die statistische Erfassung der Wagenkilometer in Zukunft keine Schwierigkeiten mehr, wenigstens soweit es sich um die Laufleistung des einzelnen, dem Ausbesserungswerk zugeführten Wagens handelt. Dagegen wird die gesamte Laufleistung einzelner Wagenparks innerhalb eines bestimmten Zeitraums noch nicht in die Statistik aufgenommen. Es dürfte jedoch nicht schwierig sein, aus den bei den Betriebswagenwerken geführten Karteiblättern über die Kilometerleistung der einzelnen Wagen am Ende eines bestimmten Zeitabschnitts die gesamte Laufleistung einer Wagengruppe innerhalb dieses Zeitabschnitts auszuziehen. Auf diese Weise würde für die Personenwagen eine ähnliche Statistik entstehen wie die betriebswirtschaftliche Kartei für die Lokomotiveleistungen*).

Am schwierigsten gestaltet sich die Auffindung eines Maßstabes für die Verkehrsbeanspruchung der Personenwagen und zwar aus zwei Gründen: einmal ist es nicht leicht, die Verkehrsbeanspruchung durch eine einzige statistische Größe darzustellen, sodann ist es außerordentlich schwierig, wenn es wirklich gelungen ist, eine annähernd richtige Maßstabsgröße für die Verkehrsbeanspruchung zu finden, diese Maßstabsgröße statistisch so zu erfassen, daß sie zu den Unterhaltungskosten eines einzelnen Personenwagens oder einer ganzen Wagengruppe in Beziehung gesetzt werden kann. In dem ersten Teil der Abhandlung waren bei dem Versuch, die Verkehrsbeanspruchung der zwei- und dreiachsigen Personenwagen und Personenzug-Gepäckwagen zu ermitteln, als Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung die Zahl der Fahrten und die Verkehrseinnahmen gewählt worden. Die Zahl der Fahrten, die auf einen Wagen entfallen, läßt zwar die Beanspruchung einzelner Wagenteile (Türen, Trittbretter usw.), mit denen der Reisende während des Ein- und Aussteigens in Berührung kommt,

*) Wie nachträglich bekannt wurde, ist die statistische Ermittlung der Laufleistung von Wagenparks bestimmter Bezirke innerhalb bestimmter Zeiträume aus den Karteien der Bahnbetriebswagenwerke bereits vorbereitet.

erkennen, sie stellt jedoch keinen eindeutigen Maßstab für die Beanspruchung des Wageninnern dar. Die Beanspruchung des Wageninnern hängt vielmehr von der durchschnittlichen Platzausnutzung und der Art des Reisepublikums ab. Die unterschiedliche Art des Reisepublikums, die sich in einer mehr oder weniger schonenden Behandlung des Wageninnern ausdrückt, kann statistisch kaum erfaßt werden. Dagegen ist die Platzausnutzung der statistischen Erfassung eher zugänglich. Die Platzausnutzung ist gegeben durch das Verhältnis $\frac{\text{Personenkilometer} \times 100\%}{\text{Platzkilometer}}$, sie ist somit eine Funktion der

Personenkilometer. Die Personenkilometer kämen demnach in erster Linie als Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung der Personenwagen in Betracht.

Die Schwierigkeit bei der Einführung der Personenkilometer als Maßstabsgröße für die Verkehrsbeanspruchung besteht nun darin, daß die von einzelnen Wagen oder ganzen Wagengruppen geleisteten Personenkilometer statistisch schwer zu erfassen sind. Die im gesamten Reichsbahngebiet geleisteten Personenkilometer lassen sich auf Grund der z. Z. bestehenden Verkehrsstatistik nach folgenden Gesichtspunkten unterteilen:

1. nach Direktionsbezirken*),
2. nach Dritteljahren,
3. nach Verkehrsarten,
4. nach Wagenklassen.

Im folgenden soll untersucht werden, welche Möglichkeiten bestehen, mit Hilfe der Personenkilometer-Statistik und anderer Verkehrsstatistiken die von einzelnen Wagen und von Wagenparks bestimmter Bezirke geleisteten Personenkilometer festzustellen. Zunächst möge die Erfassung der Verkehrsleistung von Wagenparks untersucht werden.

Am wichtigsten für die Ermittlung der Verkehrsleistung von Personenwagenparks bestimmter Bezirke ist die Unterteilung der Personenkilometer-Statistik nach Direktionsbezirken und Verkehrsarten. Die Unterteilung nach Verkehrsarten gibt zunächst die Möglichkeit, die Verkehrsleistung der in bestimmten Zügen laufenden Wagen (D-Zugwagen, Eilzugwagen und Personenzugwagen) für sich zu erfassen. Die Unterteilung nach Direktionsbezirken ermöglicht bis zu einem gewissen Grade die Feststellung der Verkehrsleistung von Wagenparks bestimmter Bezirke. Daß die Unterteilung der Personenkilometer nach Direktionsbezirken nur in beschränktem Umfange Schlüsse auf die Größe der Verkehrsleistung von Personenwagenparks zuläßt, erklärt sich aus der in der Fußnote*) angeführten Tatsache, daß nur die in einem bestimmten Direktionsbezirk verkauften Personenkilometer, aber nicht die in diesem Bezirk wirklich geleisteten Personenkilometer ermittelt werden können.

Die Möglichkeit der Auswertung der Personenkilometer-Statistik zum Zwecke der Feststellung der Verkehrsleistung von Personenwagenparks hängt demnach von zwei Voraussetzungen ab. Diese Voraussetzungen sind:

1. Die einem bestimmten Bezirk zugehörigen Personenwagen dürfen ihre Verkehrsleistungen im wesentlichen nur innerhalb dieses Bezirks ausführen.
2. Die in demselben Bezirk verkauften Personenkilometer dürfen im wesentlichen nur innerhalb dieses Bezirks abgefahren sein, d. h. die in dem Bezirk verkauften und geleisteten Personenkilometer müssen sich ungefähr decken.

Diese beiden Voraussetzungen treffen im wesentlichen nur für eine Verkehrsart zu, nämlich für den Personenzugverkehr.

*) Zu der Unterteilung der Personenkilometer nach Direktionsbezirken ist allerdings einschränkend zu bemerken, daß nur die Möglichkeit besteht, auf Grund der ausgegebenen Fahrkarten die in einem bestimmten Bezirk verkauften Personenkilometer festzustellen, daß es dagegen nicht möglich ist, die in diesem Bezirk wirklich geleisteten Personenkilometer zu erfassen.

Es kann angenommen werden, daß die Personenzugwagen eines Werkstättenbezirks (bei den vorliegenden Untersuchungen handelt es sich vor allem um die Erfassung der Verkehrsleistung der von den Werkstättenbezirken zu unterhaltenden Wagenparks) zum größten Teil nur innerhalb des Werkstättenbezirks laufen. (Ein Teil der Personenzugwagen wird selbstverständlich die Grenzen des Werkstättenbezirks überschreiten. Bei diesen Wagen gleichen sich jedoch, wie früher schon vermerkt, die Laufleistungen, die sie in fremden Bezirken ausgeführt haben, gegen die Laufleistungen fremder Wagen im eigenen Bezirk annähernd aus.) Ferner kann angenommen werden, daß die in einem Werkstättenbezirk für den Personenzugverkehr gelösten Fahrkarten in der Hauptsache innerhalb des Werkstättenbezirks abgefahren werden. Es dürfte deshalb mit keinen allzugroßen Ungenauigkeiten verbunden sein, die in einem Werkstättenbezirk für den Personenzugverkehr verkauften Personenkilometer als Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung der von diesem Werkstättenbezirk zu unterhaltenden Personenzugwagen anzusetzen.

Für den D-Zug- und Eilzugverkehr treffen die beiden eben genannten Voraussetzungen nicht zu. Die von einem bestimmten Werkstättenbezirk zu unterhaltenden D-Zug- und Eilzugwagen laufen im allgemeinen erheblich über die Grenzen des Werkstättenbezirks hinaus. Ferner werden die in demselben Werkstättenbezirk für den D-Zug- und Eilzugverkehr verkauften Personenkilometer zu einem großen Teil in anderen Werkstättenbezirken abgefahren. Die Personenkilometer-Statistik kann demnach keine Aufschlüsse mehr über die Verkehrsbeanspruchung der von einem bestimmten Werkstättenbezirk zu unterhaltenden D-Zug- und Eilzugwagen geben.

Ein Hilfsmittel, die Verkehrsbeanspruchung der D-Zug- und Eilzugwagen wenigstens in einer angenäherten Form zu erfassen, stellt die Statistik über die „Platzausnutzung in den Zügen des Personenverkehrs“*) dar. Der Wert dieser Statistik wird dadurch gekennzeichnet, daß sie keine Vollstatistik ist, sondern nur eine Stichprobenstatistik darstellt. Schlußfolgerungen, die sich aus der Auswertung dieser Statistik ergeben, sind deshalb stets mit Vorsicht aufzunehmen. Im folgenden soll, unabhängig von der Frage, welche Genauigkeit der Statistik über die Platzausnutzung zukommt, untersucht werden, wie mit Hilfe dieser Statistik die Verkehrsbeanspruchung der von den Werkstättenbezirken zu unterhaltenden D-Zug- und Eilzugwagen festgestellt werden kann.

In der Statistik über die Platzausnutzung in den Zügen des Personenverkehrs ist für die einzelnen Zugarten, unterteilt nach Reichsbahndirektionen, die während der Zähltag im Durchschnitt festgestellte Platzausnutzung, d. h. das Ver-

hältnis $\frac{\text{Personenkilometer}}{\text{Platzkilometer}}$, in Prozent angegeben. Ein ange-

nähertes Bild von der Verkehrsbeanspruchung eines Wagenparks könnte nun dadurch gewonnen werden, daß die Platzausnutzungszahlen der Direktionsbezirke, in denen der Wagenpark läuft, zu einem mittleren Platzausnutzungswert zusammengefaßt werden. Die Formel für die Bildung dieses Mittelwertes würde lauten:

$$A = \frac{l_1 \cdot a_1 + l_2 \cdot a_2 + \dots}{L}$$

Hierin bedeutet:

- A = Mittlere Platzausnutzung des Wagenparks in Prozent,
 a_1 = Platzausnutzung im Direktionsbezirk 1 in Prozent,
 a_2 = Platzausnutzung im Direktionsbezirk 2 in Prozent,
 L = Gesamtleistung des Wagenparks innerhalb eines bestimmten Zeitraums (Wagenkilometer),

*) Betriebswirtschaftliche Kartei des Reichsbahn-Zentralamtes für Rechnungswesen, Blatt 51.

- I_1 = Laufleistung des Wagenparks innerhalb desselben Zeitraums im Direktionsbezirk 1 (Wagenkilometer),
- I_2 = Laufleistung des Wagenparks innerhalb desselben Zeitraums im Direktionsbezirk 2 (Wagenkilometer).

Für die zahlenmäßige Auswertung der Formel ist es zweckmäßig, die Werte für die Platzausnutzung in den einzelnen Direktionsbezirken nicht lediglich einer einzigen Zählung zu entnehmen. Es empfiehlt sich, Durchschnittswerte aus mehreren Zählergebnissen zu bilden, um wenigstens in etwa Zufälligkeiten, die bei jeder Stichprobenzählung unvermeidlich sind, auszugleichen. In Textabb. 4 ist die durchschnittliche Platzausnutzung in den D-Zügen, Eilzügen und Personenzügen, ermittelt aus den ersten drei Werktagzählungen (je drei Tage) des Jahres 1932, unterteilt nach Reichsbahndirektionen, dargestellt.

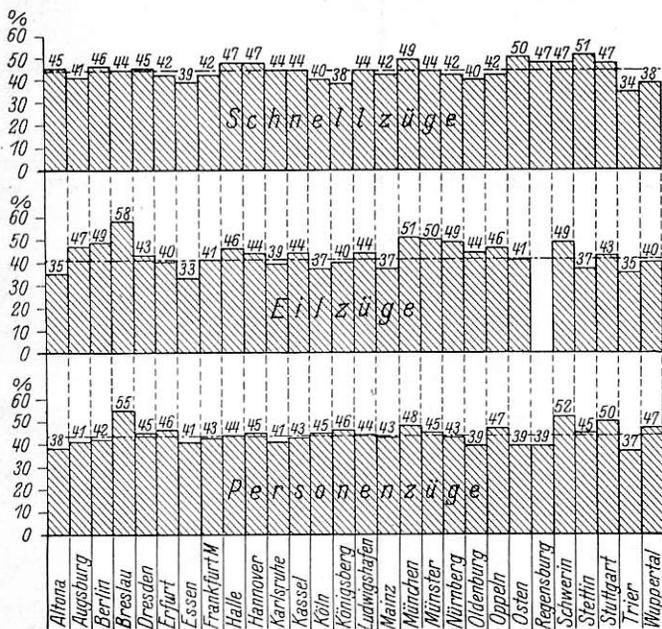


Abb. 4.

Die zur Auswertung der vorstehenden Formel notwendige Aufteilung der Gesamtleistung eines Wagenparks nach den in den einzelnen Direktionsbezirken bewirkten Laufleistungen ist verhältnismäßig einfach durchzuführen. Auf Grund der Abrechnungsvorschrift 4 werden bereits mit Hilfe der Zugbildungspläne und der Kilometerzeiger von jeder Reichsbahndirektion die vom eigenen Wagenpark in fremden Bezirken geleisteten Wagenkilometer, unterteilt nach D-Zug-, Eilzug- und Personenzugwagen, errechnet. Die vom eigenen Wagenpark im eigenen Bezirk geleisteten Wagenkilometer werden allerdings noch nicht ermittelt. Sobald jedoch mit Hilfe der bei den Betriebswagenwerken geführten Karteien über die Laufleistung der Wagen die Gesamtleistung eines Wagenparks im eigenen Bezirk und in fremden Bezirken festgestellt wird, auf welche Möglichkeit bereits oben hingewiesen wurde, wird es für eine Direktion leicht sein, durch Differenzbildung auch die Leistung des fremden Wagenparks im eigenen Bezirk zu errechnen.

Ist es schon schwierig, die durchschnittliche Verkehrsbeanspruchung eines Wagenparks statistisch zu erfassen, so sind die Möglichkeiten für die Feststellung der wirklichen Verkehrsleistung eines einzelnen Wagens noch geringer. Die bei der Reichsbahn eingeführte Personenkilometer-Statistik kann über die Verkehrsleistung des einzelnen Wagens keinen Anschluß geben, da sie nur allgemein die Leistungen im Reiseverkehr erfaßt, aber nicht erkennen läßt, mit welchen Personenwagen diese Leistungen in einzelnen ausgeführt sind. Ein Hilfs-

mittel für eine angenäherte Erfassung der Verkehrsleistung eines einzelnen Wagens stellt wiederum die Statistik über die Platzausnutzung in den Zügen des Personenverkehrs dar. Gewisse Schlußfolgerungen für die Verkehrsbeanspruchung eines einzelnen Wagens lassen sich zunächst aus den durchschnittlichen Platzausnutzungszahlen der Strecken ableiten, auf denen der Wagen während seines Umlaufs verkehrt. In Textabb. 5 ist als Beispiel die aus mehreren Zählergebnissen ermittelte durchschnittliche Platzausnutzung in den Personenzügen auf den Hauptstrecken des Direktionsbezirks Köln dargestellt.

Schlußfolgerungen aus den Platzausnutzungszahlen der Strecken bleiben roh, weil sie sich nur auf Durchschnittswerten aufbauen. Der wirklichen Verkehrsbeanspruchung des einzelnen Wagens käme man vielleicht dadurch näher, daß man die während mehrerer Zählungen festgestellten Platzausnutzungswerte der einzelnen Züge (Zugnummern), in die ein Wagen während seines Umlaufs eingesetzt wird, zu einer mittleren Platzausnutzung zusammenfaßt. Als Beispiel ist die auf diese Weise errechnete Platzausnutzung der Wagenläufe (Personenzüge) der Zugbildungsstation Köln-Deutzerfeld in Textabb. 6 dargestellt.

Auch diese, schon etwas feinere Ermittlung der Verkehrsbeanspruchung des einzelnen Wagens muß jedoch noch als unvollkommen angesehen werden. Ganz abgesehen von den Mängeln, die der stichprobenhaften Erfassung der Platzausnutzung an sich anhaften, bleiben bei dieser Art der Errechnung der Verkehrsbeanspruchung des einzelnen Wagens die Unterschiede in der Besetzung der einzelnen Wagen eines Zuges unberücksichtigt, weil die bei den Zählungen festgestellte Platzausnutzung nur die mittlere Besetzung des Zuges, nicht der einzelnen Wagen angibt.

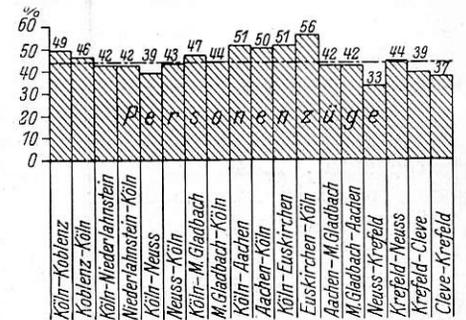


Abb. 5.

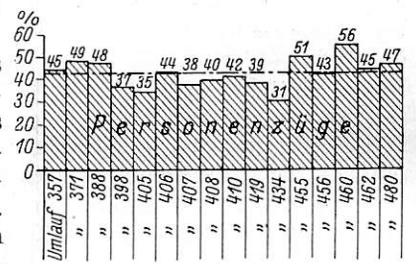


Abb. 6.

Zusammenfassung.

Die Untersuchungen über die Möglichkeit der Bildung von Richtwerten für die Kosten der Personenwagen-Unterhaltung haben ergeben, daß die bisher in der Werkstättenstatistik aufgeführten Werte für Kostenvergleiche nicht geeignet sind.

Die Unvollkommenheit dieser Werte führte zu dem Versuch, mit Hilfe der Statistiken über die Betriebs- und Verkehrsleistungen der Fahrzeuge neue Richtwerte mit einwandfreien Bezugsgrößen zu bilden. Hierbei galt es zunächst festzustellen, welche Beanspruchungsgrößen insgesamt an der Entstehung der Personenwagen-Unterhaltungskosten beteiligt sind. Es ergab sich, daß die Unterhaltungsarbeiten an den Personenwagen verursacht werden:

1. durch die Betriebsbeanspruchungen,
2. durch die Verkehrsbeanspruchungen,
3. durch die Witterungsbeanspruchungen.

Es entstand nun weiter die Aufgabe festzustellen, wie sich die Gesamtbeanspruchung auf die drei Beanspruchungsgrößen verteilt. Untersuchungen in Personenwagen-Ausbesserungs-

werken des Werkstättenbezirks Köln haben ergeben, daß bei den im Jahr 1931 vorliegenden Betriebs- und Verkehrsverhältnissen die drei Beanspruchungsgrößen gleichmäßig an der Entstehung der Gesamtunterhaltungskosten beteiligt waren, d. h. die Gesamtkosten der Personenwagenunterhaltung wurden zu je einem Drittel durch die Betriebsbeanspruchungen, die Verkehrsbeanspruchungen und die Witterungsbeanspruchungen verursacht.

Nachdem die Beanspruchungsgrößen nach Art und Zahl und ihre Anteile an der Entstehung der Gesamtunterhaltungskosten feststanden, ergab sich die Notwendigkeit, statistische Werte zu finden, durch die die Beanspruchungsgrößen zahlenmäßig dargestellt werden können. Es lag nahe, als Maßstab für die Betriebsbeanspruchung der Personenwagen die Laufleistung (Wagenkilometer) anzusetzen, als Maßstab für die Witterungsbeanspruchung die Zeit. Schwieriger dagegen war es, einen einwandfreien Maßstab für die Verkehrsbeanspruchung der Wagen zu finden. Als eine statistische Größe, die der Verkehrsbeanspruchung der Personenwagen noch am ersten gerecht wird, wurden die Personenkilometer festgestellt.

Die Einheitsmotorkleinlokomotive mit Getriebeübertragung der Deutschen Reichsbahn.

Von Reichsbahnrat Niederstraßer.

Hierzu Tafel 27 und 28.

Bekanntlich hat die Reichsbahn eine Anzahl von Bahnhöfen, die über keine eigene Rangierlokomotive verfügten, mit Motorlokomotiven kleiner Leistung ausgerüstet*). Der Versuch sollte neben dem Nachweis der betrieblichen und wirtschaftlichen Vorteile des Einsatzes auch zeigen, welche Bauart den Ansprüchen hinsichtlich Betrieb und Unterhaltung am besten zu entsprechen vermag, dabei aber doch so billig hergestellt werden kann, daß sie auch bei geringer täglicher Benutzungsdauer noch wirtschaftlich ist.

Hinsichtlich der äußeren Gestaltung brachte die von der Reichsbahn unter Mitarbeit der Lieferfirmen für das Baujahr 1931 entwickelte Bauform mit dem hinten tief liegenden Bedienungsstand**) eine vom Standpunkt des Betriebes sehr befriedigende Lösung. Dagegen war bei den 1931 entwickelten Getrieben trotz der großen Fortschritte jene Vollkommenheit noch nicht erreicht, die Zweckdienlichkeit hinsichtlich Betrieb und Unterhaltung mit billiger Herstellung vereinigt hätte. Um nun zu einer in jeder Hinsicht befriedigenden Lösung zu kommen, sodann aber auch um die bei einer Vielzahl von Bauarten zu erwartenden Schwierigkeiten bei der künftigen Unterhaltung zu vermeiden, setzten bereits im Frühjahr 1931 Bestrebungen des RZM ein, den Weg der Weiterentwicklung der einzelnen Firmenbauarten zu verlassen und eine Einheitskleinlokomotive zu schaffen. Im Laufe des Jahres 1932 ist dann auf Anregung der Deutschen Reichsbahn eine Arbeitsgemeinschaft von namhaften Motorlokomotivfirmen***) zusammengetreten, die gemeinsam unter engster Fühlungnahme mit der Deutschen Reichsbahn diese Einheitskleinlokomotive entwickelt hat; sie wird bereits in größerer Stückzahl im Jahr 1933 gebaut werden.

Selbstverständlich sollte es nicht Zweck der Vereinheitlichung sein, eine Bauart für viele Jahre hinaus festzulegen und dem technischen Fortschritt Tür und Tor zu verschließen, sondern es wird daneben immer noch die Möglichkeit bestehen,

Bei der Untersuchung der Frage, ob die statistische Erfassung der als Bezugsgrößen vorgeschlagenen Werte (Wagenkilometer, Personenkilometer, Zeit) in einer solchen Form möglich ist, daß Kosten-Richtwerte sowohl für einzelne Wagen wie für ganze Wagenparks gebildet werden können, wurde festgestellt, daß sich Zeit und Laufleistung leicht in einer einwandfreien Form darstellen lassen. Dagegen ist mangels geeigneter Verkehrsstatistiken die zahlenmäßige Erfassung der Personenkilometer noch mit Schwierigkeiten und Ungenauigkeiten verbunden.

Zusammenfassend kann als das Ergebnis der Untersuchungen festgestellt werden, daß auf Grund der Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Unterhaltungskosten und Beanspruchungsgrößen und auf Grund der vorhandenen, allerdings z. T. noch verbesserungsfähigen statistischen Unterlagen die Möglichkeit besteht, einwandfreie Richtwerte zu bilden für den Vergleich von Personenwagen-Unterhaltungskosten und für eine sachgemäße Verteilung der für die Unterhaltung der Personenwagen vorgesehenen Mittel auf die Werkstättenbezirke und Unterhaltungsbetriebe.

im Rahmen von Versuchsbauarten erfolgversprechende Neuerungen zu erproben und bei bewiesener Überlegenheit in technischer und wirtschaftlicher Beziehung später an die Stelle der jetzigen Einheitsbauart zu setzen.

Im folgenden soll nun die Einheitsausführung der Motorlokomotive für 50 bis 65 PS Leistung mit Getriebeübertragung beschrieben werden. Die Bauaufgabe hierfür war naturgemäß umfassender, als wie sie früher bei den einzelnen Firmenbauarten gestellt worden war, denn es mußte aus volkswirtschaftlichen und einkaufspolitischen Gründen die Einbaumöglichkeit verschiedener Motoren, deren Nennleistungen in dem vorgesehenen Bereich liegen, berücksichtigt werden. Diese Forderung bedingt einen gewissen Mehraufwand bei solchen Fahrzeugen, die später nur mit einem Motor der kleineren Leistung ausgerüstet werden; das spielt jedoch im Verhältnis zum Nutzen der Einheitsbauart keine Rolle, da ohnedies aus Gründen der besseren Lastverteilung — die hintere Achse mit der Rahmendurchkröpfung bedingt ein bestimmtes Mindestgewicht — das Gesamtgewicht des Fahrzeuges mit 50 PS Leistung etwa ebenso hoch sein muß, wie es zur völligen Ausnutzung eines 65 PS Motors erforderlich ist.

Der Gesamtaufbau ist aus Taf. 27 zu ersehen. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Gesamtlänge, über Puffer gemessen	6480 mm
Größte Breite	3050 „
Größte Höhe	2862 „
Achsstand	2500 „
Raddurchmesser	850 „
Gewicht auf der hinteren Achse	8100 kg
Gewicht auf der vorderen Achse	6900 „
Reibungsgewicht	rund 15 t
Eingebaute Motorleistung	50 bis 65 PS
Geschwindigkeitsstufen	5,25 10,6 14,8 30 km
Dauerzugkräfte bei 50 PS	2100 1000 730 310
bei 65 PS	2750 1330 950 400

Allgemeiner Aufbau.

Der Bedienungsstand liegt mit 380 mm über SO so tief, wie es die Umgrenzungslinie für Fahrzeuge nach Anlage F der BO zuläßt; er hat zwei Bedienungsseiten. Ein Übergang von einer Bedienungsseite zur anderen während der Fahrt ist infolge des hinten tief durchgezogenen Rahmens möglich.

*) Reichsbahn 1930, Heft 20. — Verkehrstechn. Woche 1930, Heft 44 und 45. — Z. VDI 1930, Bd. 74, S. 1697 u. f.

**) Z. VDI 1932, Bd. 76, S. 188—189. — Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1932, S. 275. — Glasers Ann. 1932, Heft 10—12. — Galle und Witte, Die Kleinlokomotive, S. 169 u. f. — Verkehrswissenschaftl. Lehrmittelges. d. Deutschen Reichsbahn.

***) Berliner Maschinenbau A. G. vorm. Schwartzkopff. — Humboldt-Deutz Motoren A. G. — Jung-Jungenthal. — Krauß-Maffei. — Orenstein & Koppel.

Die großen Fenster in Vorder- und Rückwand der Umkleidung geben einen guten Ausblick, so daß trotz des Vorbaues für den Motor noch das Einfallen oder Ausheben der besonderen Rangierkupplung beobachtet werden kann.

Für diese Rangierkupplung ist eine wiederum durch Fußhebel zu betätigende Einheitsbauart (Patent Schwartzkopff-Witte) vorgesehen, die an anderer Stelle noch ausführlich beschrieben wird*).

Vor den Bedienungsständen sind beiderseits bequeme Trittbretter für mitfahrende Rangierer angebracht.

Abweichend von früheren Bauarten wurde der Motor dem Bedienungsstand entgegengesetzt angeordnet; es werden so von diesem die Motorgeräusche fern gehalten, so daß vom Bedienungspersonal die von den Rangierern abgegebenen Signale besser gehört werden können. Zum gleichen Zweck wurde auch der Auspufftopf vorn zwischen dem Rahmen untergebracht.

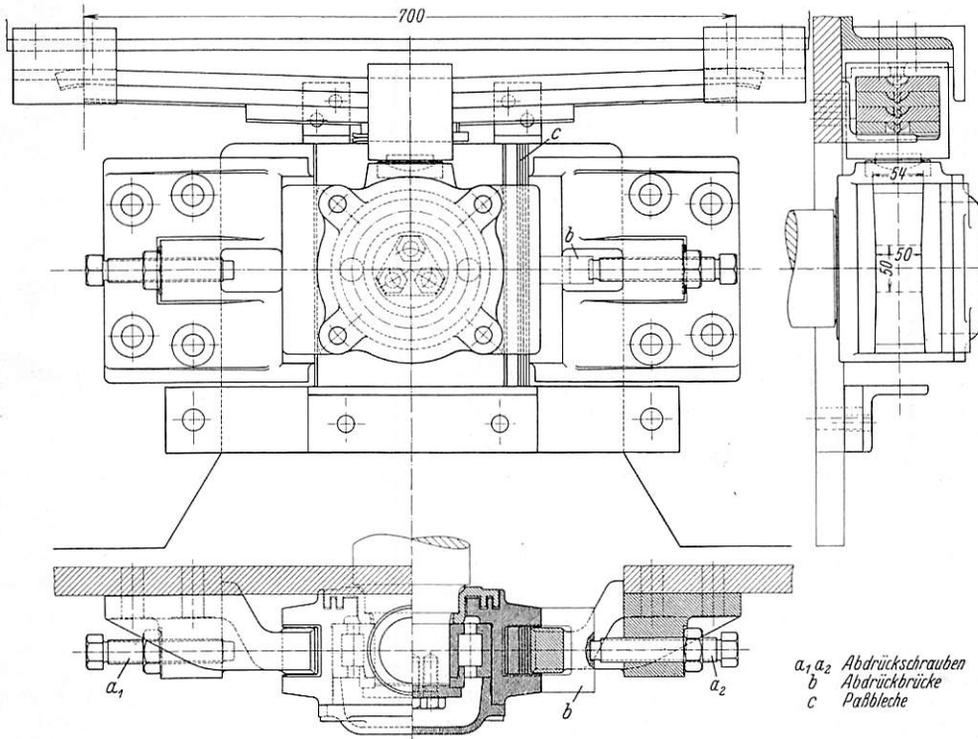


Abb. 1.

Fahrgestell.

Der Rahmen ist als Außenrahmen durchgebildet; die beiden 30 mm dicken Rahmenwangen sind durch vertikale und horizontale Versteifungen verbunden und an der durchgekröpften Stelle durch Winkel so verstärkt, daß sie einen ruhenden Pufferdruck sowie eine Zugkraft von 60 t aufnehmen können. Besondere Pufferbohlen sind nicht vorhanden; die Stangenpuffer der früheren Regelbauart sind unmittelbar auf die entsprechend versteiften Stirnbleche gesetzt. Der Zughaken, an dem die Rangierkupplung angelenkt ist, entspricht der Regelausführung; die Zughakenfeder ist mit Rücksicht darauf, daß die Kleinlokomotiven in Züge nicht eingestellt werden, für eine Höchstlast von 6 t bemessen und mit 1 t Vorspannung eingesetzt.

Die Radsätze sind der Regelausführung der Reichsbahn angepaßt. Die aufgezogenen Radreifen mit 850 mm Durchmesser und 130 mm Breite haben im Neuzustand eine Dicke von 60 mm; sie dürfen um 30 mm im Halbmesser abgenutzt werden. Von dem sonst üblichen Abnutzungsmaß von 50 mm wurde abgewichen, um noch 20 mm Konstruktionshöhe für die Rahmenbleche an der Durchkröpfung zu gewinnen. Auf

*) Org. Fortschr. Eisenbahnwes. (Witte).

Sprengringe wurde angesichts der geringen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h verzichtet.

Die Achslager sind als zylindrische Rollenlager mit abnehmbarer innerer Bordscheibe ausgebildet (Textabb. 1). Die Achslagergehäuse aus Stahlguß umfassen mit Leisten, von denen aber nur die äußeren zur Anlage kommen, die Achslagerführungen. Das Spiel zwischen äußeren Leisten und Führungen ist so bemessen, daß in Verbindung mit nach oben und unten an ein gerades Mittelstück sich anschließende Abschrägungen die Möglichkeit einer vertikalen Schiefstellung der Achsen um den größten Federausschlag gegeben ist. Um Kantenpressungen im Rollenlager zu vermeiden, wurde die Auflage des Federbundes auf das Achslager kugelig ausgebildet. Die Achslagerführungen sind als kräftige Stahlgußstücke ausgebildet, damit im Betriebe auf jeden Fall Ausbiegungen in Richtung der Achse vermieden werden, die zu Kantenpressungen Anlaß geben können.

Die Motoren.

Die Motoren wurden wegen des großen lichten Abstandes der Rahmenwangen auf einen besonderen Hilfsrahmen gesetzt, der entsprechend der unterschiedlichen Ausbildung der Motorfüße für jede Motorbauart verschieden gestaltet werden mußte.

Wenn auch von den auf dem Markt befindlichen Motoren eine große Anzahl für den Einbau in Kleinlokomotiven durchaus geeignet ist, so mußte sich die Reichsbahn bei der Auswahl doch auf wenige Typen beschränken, weil eine Vielzahl von Bauarten einmal die Austauschbarkeit der Kleinlokomotiven beschränkt, zum andern die Unterhaltung in Betrieb und Werkstatt verteuert. Etwa zwei Drittel der zum Einbau kommenden Motoren werden Dieselmotoren, der Rest Vergasermotoren sein. Für diese Aufteilung war maßgebend, daß heute schon eine Reihe durchaus erprobter Dieselmotorbauarten vorhanden ist und nach den Berechnungen der Diesel schon bei vierstündigem Betrieb je Tag einwandfrei wirtschaftlich über-

legen ist. Bei geringerer Auslastung, etwa von weniger als 3 Std., sind die Grenzen nicht so klar zu ziehen, so daß angesichts der Tatsache, daß auf manchen Betriebsstellen die tägliche Benutzungsdauer gering ist, die etwas leichtere Bedienbarkeit des Vergasermotors als ausschlaggebend angesehen wurde.

Die Zusammenstellung Seite 415 gibt die Daten der verwendeten Motoren mit ihren Hauptmerkmalen an. Einige von diesen kommen als Versuchsmotoren allerdings nur je in einer Stückzahl von fünf zum Einbau.

Sämtliche Motoren werden elektrisch angelassen. Kühler, Auspufftöpfe und -leitung sowie der gesamte Vorbau sind bei allen Motoren gleich. Klapptüren im Vorbau geben gute Zugänglichkeit zu Motoren und Getriebe.

Kraftübertragung auf die Achsen.

Für die Übertragung der Kraft auf die Achsen wurde auf Wunsch der Reichsbahn der Antrieb mit Doppelrollenketten vorgesehen und zwar mit je einer Kette auf jede Achse. Maßgebend hierfür war, daß die Reichsbahn bisher gute Erfahrungen mit dem Kettenantrieb an den 1930 damit ausgerüsteten Fahrzeugen gemacht hat, und Kleinlokomotiven

Zusammenstellung.
Motoren-Tabelle für Einheits-Kleinlokomotiven (Reichsbahn).

Lieferer	Humboldt-Deutz-Motoren A. G.	MAN	Maybach	MWM	Kämper	Mercedes-Benz	Orenstein & Koppel A.G.	Jung
Type	A 6 M 317	W 3 V 16/22	O S 1200	G S 17 V	120/176	O M 63	4 V 113	S D 130
Bauart	6-Zylinder-Viertakt-Diesel mit Vorkammer	6-Zylinder-Viertakt-Diesel mit unmittelbarer Einspritzung	6-Zylinder-Viertakt-Vergaser	4-Zylinder-Viertakt-Diesel mit Luftspeicher	4-Zylinder-Viertakt-Vergaser	4-Zylinder-Viertakt-Diesel mit Vorkammer	4-Zylinder-Viertakt-Diesel mit Außen-speicher	3-Zylinder-Zweitakt-Diesel mit Stufenkolben
Zylinder-Bohrung mm	120	165	94	125	120	125	130	130
Kolbenhub mm	170	220	168	170	176	170	200	190
Leistung PS	65	60	50/60	62	62	60	70	50/55
bei n/min =	1000	750	1000/1200	1000	1000	1100	1000	850/950
Elektrischer Anlasser Bauart Bosch.								
Batterie-spannung Volt	24	24	12	24	12	24	12	24

mit dieser Antriebsart billiger sind als solche mit dem gleichfalls als zuverlässig erprobten Antrieb mit Blindwelle und Stange. Die Durchbildung geschah in Anlehnung an die von der Berliner Maschinenbau AG, vormals L. Schwartzkopff an ihren Fahrzeugen durchgeführten Entwicklung.

Die Ketten haben 2" Teilung und eine Zerreißfestigkeit von 38 bis 40 t, d. h. gegenüber dem aus dem Reibungsgewicht ermittelten größtmöglichen Kettenzug von 3900 kg eine zehnfache Sicherheit; diese gibt allerdings noch keinen Anhalt für die Verschleißfestigkeit, die von der Güte der Herstellung, vor allem der tadellosen Härtung aller aufeinander gleitenden Teile der Kette abhängig ist.

Die Kettenradwelle ist nur im Getriebe gelagert; infolgedessen muß das Getriebegehäuse zur Aufnahme des Drehmomentes aus beiden Kettenzügen kräftig ausgebildet und gut auf starken Querversteifungen gelagert werden.

Die ungeteilten Kettenräder aus Stahlguß sind auf die Achsen aufgepreßt und mit je zwei Paßfedern gesichert. Da auch bei bestem Kettenmaterial mit einer gewissen bleibenden Dehnung der Kettenglieder in der ersten Zeit nach Inbetriebnahme sowie mit Verschleiß im Laufe einer längeren Betriebszeit zu rechnen ist, mußte eine Nachspannmöglichkeit geschaffen werden. Zu diesem Zweck sind zwischen Achslagerkasten und Achslagerführungen mehrere Paßbleche gelegt, die von den Führungsleisten der Achslagergehäuse und unten von den Achsgabelstegen gehalten werden. Bei Längung der Ketten werden die Bleche auf die andere Achslagerseite umgelegt, nachdem die Kette mit Hilfe der vorgesehenen Abdruckschrauben für die Achslagergehäuse nachgespannt worden ist. Die oben erwähnte Durchbildung des Rahmens als Außenrahmen ist zur Hauptsache durch die Wahl des Kettenantriebes bedingt, um Platz für Kettenräder und Kette zu bekommen und ein bequemes An- und Ausbringen der Kette bei der im Betriebe notwendigen Reinigung und inneren Schmierung zu ermöglichen.

Das Getriebe.

Die Forderungen, die für das Getriebe zu erfüllen waren, seien hier kurz zusammengefaßt:

Leistungsübertragung von 50 bis 65 PS, Anpassungsmöglichkeit an Motoren mit verschiedener Normaldrehzahl in möglichst großem Bereich um 1000 herum, vier Geschwindigkeitsstufen von 5, 10, 15 und 30 km, die hintereinander stoßfrei

unter möglichst geringer Unterbrechung der Zugkraft durchschaltbar sein sollten, Gangschaltung durch ein einziges Handrad, und zwar durch einsinnige Drehbewegung, wobei für jeden Gang nicht mehr als eine volle Umdrehung benötigt werden sollte. Ferner rein mechanische Übertragung der Schaltbewegung, um die Steuerung klar und übersichtlich zu gestalten sodann zusätzliche Störungsquellen durch Rohrleitungen und Hilfsapparate, wie sie bei Druckmittelsteuerung erforderlich sind, zu vermeiden. Endlich sollten die einer Abnutzung unterliegenden Reibungskupplungen gut zugänglich sein, und für den ganzen Getriebeaufbau nur solche Bauelemente verwendet werden, die sich bei den bisherigen Reichsbahngetrieben bewährt hatten.

Der Aufbau des Getriebes ist in Abb. 1, Taf. 28 gezeigt. Es ist mit vier Lamellenkupplungen ausgeführt, je eine für jedes zu schaltende Zahnradpaar. Sämtliche Zahnräder sind ständig im Eingriff und drehen sich im ausgerückten Zustande mitsamt ihren zugehörigen Kupplungshälften leer mit. Nach den bisherigen Erfahrungen bei der Reichsbahn eignen sich die Getriebe mit vier elastischen Kupplungen für Betriebe, in denen wie im vorliegenden Fall keine hohen Anforderungen an das Bedienungspersonal gestellt werden sollen, am besten; denn infolge Fortfalles von Schaltelementen wie Schiebezahnrädern und einfachen Klauenkupplungen, die während der Fahrt nur bei Gleichlauf der zu kuppelnden Teile geschaltet werden dürfen, sind die Ansprüche an die Aufmerksamkeit und die Geschicklichkeit gering. Außerdem sind Schaltfehler, soweit überhaupt noch möglich, praktisch ohne Schaden für das Getriebe.

Der Weg der durchgeleiteten Kräfte ist folgender: Eine erste Getriebewelle ist mit der Motorwelle durch eine Gummischeibenkupplung verbunden; durch ein Zahnradpaar geht die Kraft auf die seitlich versetzte Getriebewelle 2 in zwei außenliegende Trockenlamellenkupplungen, die wechselweise eingelegt werden und je eine andere Übersetzung (22/70 und 36/56) auf die weiter unten liegende dritte Getriebewelle ergeben. Auf dieser sitzen wieder zwei Kupplungen, die gestatten, abermals mit je einer anderen Übersetzung (32/51 und 53/30) auf die vierte Welle zu gehen. Senkrecht zu den übrigen Wellen liegt die Kettenradwelle 5, auf der das Wendegetriebe angeordnet ist; dieses besteht aus zwei Kegelrädern, die sich in Kugellagern auf ihr drehen und mit einem Kegelritzel auf der vierten Getriebewelle in ständigem Eingriff

stehen (Übersetzung 23/43). Auf dem genuteten Teile der Kettenradwelle sitzt eine außen verzahnte Verschiebeklaue, die je nach der gewünschten Fahrtrichtung mit der Innenverzahnung je eines der Kegelräder in Eingriff gebracht werden kann. Um das Eingreifen zu erleichtern, sind die Zähne gut abgerundet und an den Kanten gebrochen, ferner ist bei der Verschiebeklaue wie auch bei der Innenverzahnung der Kegelräder jeder zweite Zahn um 4 mm zurückgesetzt.

Das Übersetzungsverhältnis von der ersten auf die zweite Getriebewelle wird entsprechend der Normaldrehzahl der Motoren verschieden eingebaut; das Getriebe kann so unter geringfügiger Veränderung für alle Motoren in dem Drehzahlbereich von 780 bis 1250 Umdr./Min. verwendet werden.

Die Anordnung der Reibungskupplungen auf zwei Wellen mit verschiedenen Umlaufzahlen kennzeichnet das Getriebe als Gruppenschaltgetriebe, d. h. nach Einschalten der einen der beiden sogenannten Gruppenkupplungen auf der dritten Getriebewelle können mit den beiden Kupplungen auf der zweiten Welle zwei Geschwindigkeitsstufen von 5 und 10 km erreicht werden. Nach einem Wechsel der Gruppenkupplung können mit denselben Kupplungen auf Welle 2 noch einmal zwei Geschwindigkeiten, und zwar 15 und 30 km erreicht werden. Es wurde dieser Aufbau gewählt, weil so die betrieblichen Forderungen am wirtschaftlichsten gelöst werden können; hierbei brauchen nur zwei der elastischen Kupplungen als sogenannte Fahrkupplungen ausgebildet, also für Reibungsaufnahme bemessen zu werden. Die Gruppenkupplungen, die lediglich bei Unterbrechung des Kraftflusses (bei gelösten Fahrkupplungen) geschaltet werden, können als sogenannte Haltekupplungen, d. h. unter Anwendung größerer Anpreßdrücke ausgebildet werden. Die Anwendung von Lamellen an dieser Stelle hat lediglich den Zweck, auf Gleichlauf der zu schaltenden Getriebeteile verzichten und doch stoßfrei schalten zu können. Bei einem Gruppenschaltgetriebe kann man auch die Relativgeschwindigkeiten der im nichtgeschalteten Zustande aneinander vorbei gleitenden Kupplungslamellen ohne Schwierigkeit in tragbaren Grenzen halten. Ferner kann man die Reibungsarbeit verrichtenden und damit einem Verschleiß unterliegenden Kupplungen auch nur bei einem Gruppenschaltgetriebe gut zugänglich halten.

Die Kupplungen haben auf dem Innenlamellenträger innenverzahnte Scheiben aus Stahl; die Außenlamellen bestehen aus Juridscheiben, die außen verzahnt sind und in der Verzahnung der Außenlamellenträger sitzen. Die Lamellen aller vier Kupplungen sind völlig gleich.

Die Fahrkupplungen auf der zweiten Getriebewelle wurden als trockenlaufende ausgebildet, um jede Reibungsmittelnahme im ausgeschalteten Zustande, die bei in Öl laufenden Lamellen besonders in der kalten Jahreszeit störend ist, zu vermeiden. Die Verwendung trockener Lamellen bedingt auch ein Herauslegen dieser Kupplungen, weil sie sonst nicht frei von Öl zu halten sind; dadurch ergibt sich gleichzeitig der Vorteil, daß der Abrieb der Kupplungen nicht zu einem Verschmutzen des Schmieröles und damit vorzeitiger Abnutzung von Getriebeteilen führt. Infolge der wechselweisen Benutzung können sich die Kupplungen genügend abkühlen, bis sie wieder eingelegt werden, und eingetretene Erwärmung pflanzt sich nicht auf die übrigen Kupplungen fort. Der Berechnung der Zahl der Reibungsflächen wurde ein Reibungswert $\mu = 0,17$ zugrunde gelegt. Die spezifische Flächenpressung beträgt $1,26 \text{ kg/cm}^2$.

Ist Verschleiß der Lamellen eingetreten, so kann in einfacher Weise die Druckplatte auf dem inneren Lamellenträger nachgespannt werden.

Die Haltekupplungen wurden mit Rücksicht darauf, daß sie einem nennenswerten Verschleiß nicht unterliegen und durch sie eine Reibungsmittelnahme im Stillstand der Lokomotive

nicht auftritt, im Innern des Getriebes belassen. Sie sind mit einem Reibungswert $\mu = 0,09$ berechnet. Der Anpreßdruck beträgt hier $4,85 \text{ kg/cm}^2$.

Die Zahnräder sind auf die Wellen mit Haft- bzw. Festsitz aufgebracht und gegen seitliches Verschieben mit Kugellagern, Abstandbuchsen usw. fest verspannt, ebenso die inneren Lamellenträger der Haltekupplungen. Je zwei um 180° versetzte Paßfedern übertragen das Drehmoment.

Sämtliche Wellen sind aus St 70.11, um genügend harte Oberflächen an den Sitzen zu bekommen, ohne zu Einsatzhärtung greifen zu müssen. Sämtliche Sitze sind geschliffen. Die Wellen sind mit Rücksicht auf einwandfreien Zahneingriff so bemessen, daß ihre Durchbiegung unter dem Zahndruck nur wenige Hundertstel mm beträgt. Um, wie allgemein im Motorlokomotivbau üblich, trotz der beschränkten Raumverhältnisse eine hohe Lebensdauer zu erreichen, wurden für die Zahnräder die hochwertigen legierten Baustoffe nach Din 1662 genommen und zwar für die weniger beanspruchten EN 15, für die höher beanspruchten Zahnräder und die Verschiebeklaue im Wendegetriebe ECN 35 und für die Kege-

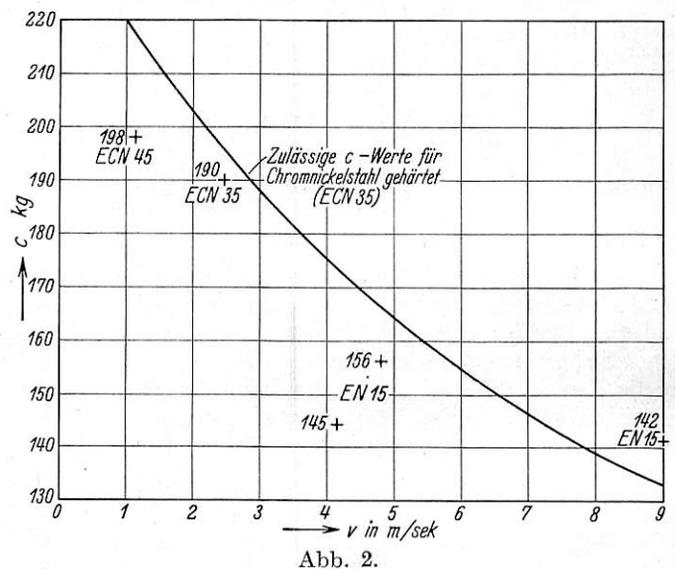


Abb. 2.

räder und Ritzel ECN 45. Die Zähne sind im Einsatz gehärtet, geschliffen jedoch nur die schnellaufenden Räder der obersten Getriebewellen. Ein gewisses Getriebegetöse, besonders in der ersten Betriebszeit wird hierbei in Kauf genommen; es ist dies im vorliegenden Fall aber von untergeordneter Bedeutung, da es neben dem Motor- und Kettengeräusch nicht hervortritt.

Die höchsten Beanspruchungen der Zahnräder treten bei geschaltetem ersten Gang auf; ihre Werte, errechnet aus dem größten Drehmoment des Motors unter Zugrundelegung der Formel $c = \frac{P}{b \cdot t}$, sind in Textabb. 2 dargestellt, in dem auch das Schaubild der im ortsfesten Maschinenbau üblichen Beanspruchungen von ECN 35 in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit eingezeichnet wurde. Beim Vergleich ist noch zu berücksichtigen, daß das größte Drehmoment nur vorübergehend beim Anfahren oder Beschleunigen nach Umschalten auf einen höheren Gang auftritt.

Die Getriebeschmierung ist als Tauchschmierung ausgeführt. In beiden Getrieberäumen wird das Öl durch die Zahnräder und eine besondere Scheibe auf der vierten Getriebewelle herumgeschleudert. Für die Schmierung der Kugellager genügt der im Getriebe herrschende Ölnebel. Die Durchtrittsstellen der zweiten Getriebewelle, auf der die trockenen Fahrkupplungen sitzen, sind gegen Austreten von Öl durch Ledermanschetten besonders geschützt.

Getriebesteuerung.

Bei der Durchbildung der Steuerung (Abb. 2a und b, Taf. 28) mußte davon ausgegangen werden, daß mit Rücksicht auf leichte Bedienbarkeit einmal die am Handrad auszuübenden Kräfte nicht groß sein dürfen, zum andern als Schaltweg für jeden Geschwindigkeitsgang nur eine volle Umdrehung am Handrad zur Verfügung stehen sollte. Nun überlagern sich aber bei jedem Schaltvorgang die Anpreßdrücke der Fahr- und Haltekupplungen, und zwar haben die letzteren entsprechend dem hohen zu übertragenden Drehmoment einen recht beträchtlichen Wert. Um das Handrad daher zu entlasten, wurde eine starke Feder vorgesehen, die den nötigen Anpreßdruck für die Haltekupplungen hergibt und lediglich beim Übergang von der zweiten zur dritten Geschwindigkeitsstufe und umgekehrt umgesteuert zu werden braucht. Das Umsteuern geschieht nun in folgender Weise: Eine Feder übt über ein Gestänge, das im Punkt A gelagert ist, ihren Druck auf eine Kurvenschere aus. Geht die Richtung der Kraft durch die Mitte der Welle, auf der die Schere sitzt, so ist sie wirkungslos. Wird dagegen mit Hilfe einer Kurvenscheibe über ein im Punkt B gelagertes Gestänge der Druckpunkt auf der Schere nach oben oder unten derart verlegt, daß die Feder ein Moment auf die Schere ausübt, so legt diese mittels Gabelhebel in üblicher Weise die gewünschte Haltekupplung ein und überträgt die Federkraft auf sie. Die Kurvenscheibe wird mittels Kettengetriebe mit Übersetzung 1:4 vom Handrad aus bewegt, an dem für diesen Schaltvorgang nur die entsprechende Reibungskraft in den Gestängegelenken und -rollen auszuüben ist. Vier Umdrehungen am Handrad entsprechen also einer Umdrehung der Kurvenscheibe, so daß demnach während zweier Umdrehungen die eine Haltekupplung, während zweier weiterer Umdrehungen die andere eingelegt ist.

Die Fahrkupplungen werden eingelegt, d. h. die Lamellen mittels der auf den Innenlamellenträgern sitzenden Druckstücke dadurch aneinandergedreht, daß die zweite Getriebewelle mit einem Gabelhebel aus der in Abb. 2a und b, Taf. 28 gezeichneten Mittelstellung in die eine oder andere Endlage verschoben wird. Die Bewegung wird hergeleitet von einem Kurbelzapfen, der, wie die Kurvenscheibe, vom Handrad aus bewegt wird, jedoch unter Zwischenschaltung einer Übersetzung 2:1, so daß der Kurbelzapfen während einer Kurvenscheibenumdrehung zweimal, also während einer Handumdrehung $\frac{1}{2}$ mal umläuft. Jede um 180° versetzte Endlage des Kurbelzapfens entspricht einer Schaltstellung der Fahrkupplungen, so daß bei jeder Handradumdrehung auch je eine Fahrkupplung eingelegt wird. In das Gestänge ist noch eine vereinigte Druck- und Zugfeder mit Vorspannung eingesetzt, um die notwendige Höhe des Anpreßdrucks sicherzustellen und einen gewissen Verschleiß der Lamellen auszugleichen. Beim Zurückdrehen der Steuerung auf Null dürfen selbstverständlich die Fahrkupplungen nicht in Eingriff kommen; es wurde deshalb (statt einer ursprünglich im Entwurf vorgesehenen Ölsperre) eine vom Verfasser angegebene und zum Patent angemeldete mechanische Schaltsperre eingebaut, die beim Zurückdrehen des Handrades den Schalthebel festhält, bevor die Lamellen aneinander gepreßt sind.

Die gesamte Steuerung sitzt gut zugänglich außen am Getriebegehäuse; damit ist auch die Zugfeder für den Anpreßdruck der Haltekupplungen bequem nachzustellen.

Für die Schaltung des Wendegetriebes ist im Bedienungsstand beiderseits ein sinnfälliger betätigender Hebel vorhanden, der auf die Gabel für das Bewegen der Verschiebelaue über ein Gestänge mit vereinigter Zug- und Druckfeder arbeitet. Er wird in seinen beiden Endstellungen etwas über seine Totlage hinwegbewegt, so daß er sich selbst verriegelt (Taf. 27).

Bremse.

Beide Achsen werden mittelst einer Fußhebelbremse mit zusammen 60% des Fahrzeuggewichtes abgebremst. Die Bremse kann in der Bremsstellung festgestellt werden. Zu diesem Zweck ist das Fußtrittblech des Bremsfußhebels (Textabb. 3) mit diesem durch Scharnier verbunden und einseitig als Sperrklinke ausgebildet. Es kann durch Herunterdrücken mit der Fußspitze während des Bremsens in eine Raste ein-

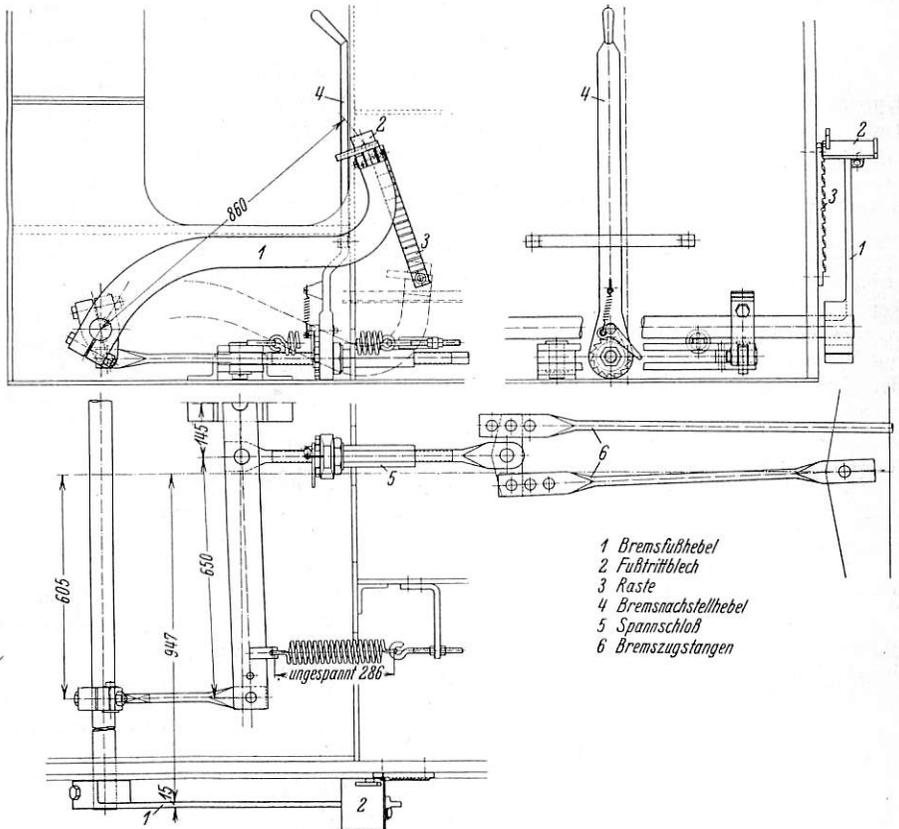


Abb. 3.

geklinkt werden. Gelöst werden kann die Bremse von beiden Seiten. War sie auf der einen Bedienungsseite festgelegt, so springt der Bremsfußtritt unter dem Druck einer kleinen Feder selbsttätig aus der Raste, wenn der Fußhebel auf der anderen Bedienungsseite etwas heruntertreten wird.

Wegen der geringen zur Verfügung stehenden Bremskraft und des aus Gründen der bequemen Bedienung mit nur 330 mm festgesetzten Hubes am Bremsfußhebel mußte ein großes Übersetzungsverhältnis (125:1) genommen werden. Die Bremse muß daher, um stets sicher zu wirken, ziemlich häufig nachgestellt werden. Das wird dadurch erleichtert, daß unter Zwischenschaltung einer Sperrklinke auf das Spannschloß im Bremsgestänge ein Hebel gesetzt wird, der vom Durchgang im Bedienungsstand aus, notfalls während der Fahrt, bedient werden kann.

Sonstige Ausrüstung.

Die elektrische Ausrüstung mit 12 bzw. 24 Volt Spannung umfaßt neben der Anlaßereinrichtung noch die Beleuchtung und das Tonsignal. Für jede Fahrtrichtung sind zwei Leuchten vorhanden, die einzeln schaltbar sind, und ferner im Be-

dienungsstand eine Deckenleuchte. Eine Handkabelampe kann an einer besonderen Steckdose angeschlossen werden. Als Stromquelle dient eine Boschlichtmaschine, mit der eine Anlasserbatterie parallel geschaltet ist; diese ist vorn je nach ihrer Größe auf einer oder beiden Seiten des Rahmens untergebracht.

Der Brennstoffbehälter mit 110 l Inhalt befindet sich im Bedienungsstand, die Einfüllöffnung ist jedoch außerhalb der Umhüllung angeordnet. Der Tagesverbrauch an Brennstoff kann an einem Flüssigkeitsstand abgelesen werden.

Rundschau.

Bahnhöfe nebst Ausstattung.

Einrichtung zur Untersuchung eines Wasserleitungsrohrnetzes.

In Heft 17 der „Reichsbahn“ ist auf Seite 357 eine Einrichtung zur Untersuchung des Wasserleitungsnetzes auf Bahnhöfen usw. beschrieben. Die Einrichtung besteht aus ein oder zwei alten Tendern von je 20 m³ Fassungsvermögen, die als Wasserwagen verwendet werden. Am Ende des einen Tenders ist unterhalb der Plattform ein Druckkessel (ausgemusterter Hauptluftbehälter) angebaut. Dieser ist mit Standglas, Skala und Druckmesser versehen. Bei Prüfung eines Leitungsnetzes wird dieses zunächst in einzelne Abschnitte zerlegt, die für sich geprüft werden können, ohne daß der Betrieb durch die Untersuchung zu sehr gestört wird. Der zu prüfende Rohrleitungsabschnitt wird dann mit Wasser gefüllt und durch den Druckkessel unter Zuhilfenahme der Druckluft der Lokomotive unter normalen Betriebsdruck gesetzt. An der Skala kann dann mit einer Stoppuhr die in einer bestimmten Zeit verlorengegangene Wassermenge in Litern unmittelbar abgelesen werden.

Mit der Einrichtung, die in den RBD.-Bezirken Magdeburg, Oppeln und Augsburg bereits verwendet wird, wurde u. a. folgendes festgestellt:

Undichte Stellen in Rohrleitungen, Dichtungen usw., undichte Absperrschieber, undichte Schwimmventile in Hochbehältern, unbenutzte Leitungen, vollständig verstopfte Leitungen, unregelmäßig verlegte Leitungen, Anschlüsse, aus denen unberechtigt Wasser entnommen wurde, zu stark laufende Abortspülleitungen, ungenau zeigende Wassermesser.

L.

Stahlhautdächer.

Neuerdings ist man dazu übergegangen, an Stelle des Wellbleches zu Überdachungen glatte Bleche zu benutzen, und zwar in zwei grundsätzlich voneinander verschiedenen Bauarten.

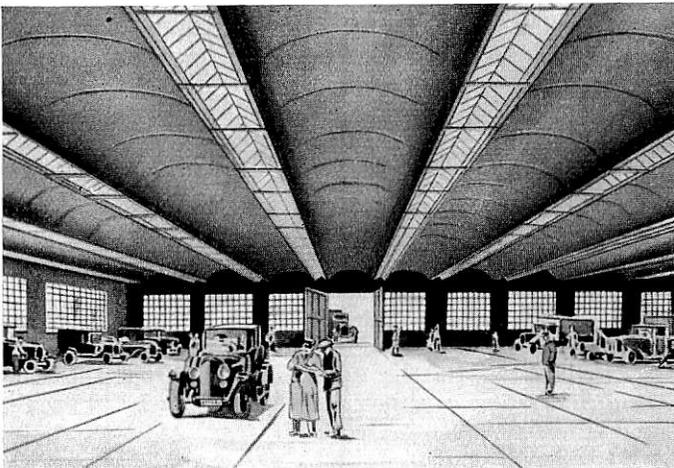


Abb. 1.

Die eine Art benutzt das Blech als reines Abdeckmittel, indem die dünne Blechhaut wie ein Zelttuch über ein Traggerüst aus Trägern oder gespannten Drahtseilen ausgebreitet wird. Die

Zum Geben hörbarer Signale ist eine Pfeife eingebaut, die durch die Auspuffgase betrieben wird und einen dem Lokomotivpfeif ähnlichen Ton gibt, der sich deutlich von dem bei Landkraftfahrzeugen üblichen unterscheidet.

Eine von Hand bediente Sandstreuereinrichtung gestattet, in jeder Fahrtrichtung je eine Achse zu besanden.

Kontrollmanometer oder -Anzeiger für den Druck in der Motorschmierölleitung und ein Zeitwegschreiber zur Erfassung der Fahrzeugausnutzung, Feuerlöscher bei Vergasermotoren und Werkzeug vervollständigen die Ausrüstung.

andere Bauart hingegen gibt dem abdeckenden dünnen Blech eine in geeigneter Weise ausgesteifte gewölbte Form. Hierdurch wird das so geschaffene Dach als Ganzes tragfähig und bedarf außer den Stützen an den vier Ecken keiner besonderen Tragkonstruktionen. Dieses Dach gleicht einem großen, mit seiner Höhlung nach unten gekehrten, an den Enden geschlossenen

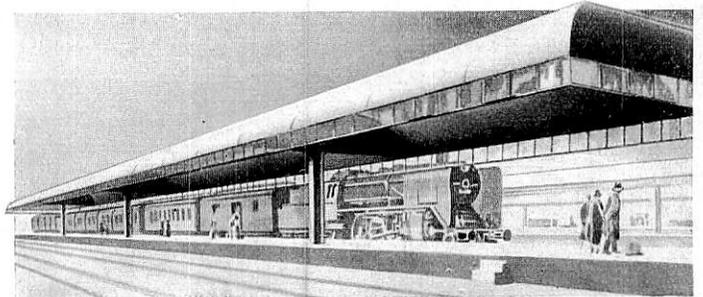


Abb. 2.

halbzylindrischen Blechtrog. Ein solches an den Enden geschlossenes Halbrohr besitzt, wenn es nur an den vier Eckpunkten gestützt ist, erfahrungsgemäß eine große Tragfähigkeit, die auch rechnungsmäßig nachgewiesen werden kann. Diese von der Firma Fried. Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte in Rheinhausen hergestellte Dachart vereinigt den Vorteil geringen Gewichtes mit der Möglichkeit, große Räume ohne jegliche Zwischenstützung zu überdecken. Die beigelegten Abbildungen zeigen einige Beispiele der beschriebenen Stahlhautdächer.

Entfernung des inneren Belages aus Wasserleitungen.

In der Zeitschrift „Revue générale des chemins de fer“ vom April 1932 ist über ein Verfahren berichtet, das auf mechanischem Wege die Entfernung des inneren Belages aus Rohrleitungen gestattet. Es werden hierzu folgende Einrichtungen getroffen: In die Leitung werden je nach Durchmesser und Krümmung in Entfernungen von 150 m bis 1500 m auswechselbare, etwa 1 m lange Reinigungsrohrstücke eingebaut. Bei Reinigung des dazwischenliegenden Leitungsstücks werden diese Rohrstücke durch Senkkästen ersetzt. Durch den vorderen Senkkasten wird an einem Seil eine mit einer kleinen Turbine zusammengebaute Steinfräse eingeführt. Sie wird durch das durchströmende Wasser angetrieben und ist so gebaut, daß sie den Krümmungen der Rohrleitung folgen kann. Die abgefrästen Teile des Belages werden durch die Wasserströmung zum anderen Senkkasten befördert und dort ins Freie gespült. Sind die Rohrleitungen so eng, daß die Steinfräse nicht eingeführt werden kann, so wird zwischen den beiden Senkkästen ein bürstenartiges Werkzeug an einem Seil hin- und herbewegt und dadurch der Belag abgekratzt. Mit dem Verfahren wurden bei verschiedenen französischen Eisenbahnverwaltungen günstige Erfahrungen gemacht. Die teilweise sehr stark verlegten Leitungen wurden vollständig gereinigt und dadurch das Schüttungsvermögen der Wasserkrane bedeutend gesteigert, bzw. der Kraftbedarf der Wasserpumpen gesenkt.

Lettau.

Lokomotiven und Wagen.

Luftverbesserungsanlagen für Eisenbahnpersonenwagen.

In den letzten Jahren haben sich in Theatern und großen Versammlungsräumen Anlagen zur Luftumwälzung und Luftverbesserung eingeführt, die sowohl im Winter für eine gleichmäßige Verteilung der erwärmten und zweckmäßig befeuchteten Luft, wie im Sommer für Kühlung sorgen. Nachdem neuere wissenschaftliche Untersuchungen ergeben haben, daß nur ein verhältnismäßig kleines Gebiet von Temperaturen und Luftfeuchtigkeitswerten die Forderungen des menschlichen Wohlbefindens erfüllt, also die Anforderungen an die gleichmäßige Einhaltung bestimmter Werte der Luftbewegung, Temperatur und Feuchtigkeit hoch sind, haben die dafür geschaffenen Anlagen entsprechende technische Vervollkommnungen erfahren. Neuartig ist indessen immer noch ihre Anwendung auf Eisenbahnfahrzeuge. Dort liegen die gleichen Verhältnisse der Zusammenballung von Menschen auf geringem Raum vor, sie sind sogar noch ungünstiger durch den starken Luftzug der Fahrt und den starken Anfall von Ruß und Staub, wovon auch bei elektrischem Betrieb nur der erste entfällt. Eine größere Zahl von Personenwagen, z. Z. etwa 250, mit derartigen Luftverbesserungsanlagen laufen in den Vereinigten Staaten; in anderen Ländern ist ihre Zahl bislang sehr gering. Die für jeden einzelnen Wagen erforderliche unabhängige Ausrüstung, ihre Unterbringung auf beschränktem Raum, die Forderung selbsttätigen Arbeitens ohne Bedienung und ständige Überwachung erschwerten die Aufgabe weiter. Verschiedene Lösungen sind gefunden und befriedigend im Betrieb, sowohl hinsichtlich der Energielieferung wie der Kälteträger. Für den Betrieb der Wärmeaustauscher kann entweder Dampf aus der Zugheizleitung entnommen werden, der ja auch im Sommer zur Verfügung steht — in der weitaus größeren Mehrzahl dagegen wird elektrischer Antrieb verwendet. Der Strom wird bei den größeren, vollkommeneren Anlagen wegen der erforderlichen hohen Leistungen nicht mehr in Generatoren erzeugt, die durch Riemen von der Achse angetrieben werden, sondern durch in die Drehgestelle eingebaute Tatzenlagergeneratoren, die von der Achse durch Zahnräder angetrieben werden. Während eines längeren Stillagers des Wagens auf einem Bahnhof und zum Vorheizen und Vorkühlen geben große Speicherbatterien den erforderlichen Strom, die im Stillstand aus dem Ortsnetz auch mit Wechselstrom aufgeladen werden können, indem die entsprechend gewickelten Tatzenlagergeneratoren dann als Umformer betrieben werden und Gleichstrom erzeugen. Da bei allen diesen Einrichtungen die gereinigte, entsprechend temperierte und befeuchtete Luft unter geringem Überdruck im Wagen gleichmäßig verteilt wird, fällt der große Nachteil aller bisherigen Lüftungseinrichtungen, die mit Zugarbeiteten, fort, das Ansaugen von Ruß und Staub an Fenstern, Türen und Lüftern und die starke Verschmutzung der Wagen, die das Eisenbahnreisen so beeinträchtigte. Die mit solchen Anlagen ausgerüsteten Wagen können tatsächlich einwandfrei sauber gehalten werden und machen dadurch lange Eisenbahnreisen angenehmer. Die Reinheit der Luft wird bei den vollkommensten Anlagen durch Photozellen überwacht, die Verunreinigungen, Zigarrenrauch, durch Betätigung von Klappen ausscheiden. Günther.

Neue Lokomotiven der Türkischen Staatsbahnen.

Trotz großer finanzieller Schwierigkeiten hat die Türkei in den Nachkriegsjahren den Bau neuer, wichtiger Eisenbahnlinien mit beachtenswerter Energie durchgeführt. Von besonderer Bedeutung sind die neuen inneranatolischen Verbindungen zwischen Ankara und Kayseri, sowie die erst Ende 1932 fertig gewordene Verbindung zwischen dem Schwarzen und Mitteländischen Meere: Samsun—Kayseri—Mersina. Zum Teil sind die Linien von der türkischen Regierung gebaut worden, z. T. haben ausländische (auch deutsche) Unternehmungen den Bau ausgeführt.

Für die damit notwendig gewordene Vergrößerung ihres Lokomotivparkes beschaffte die Türkische Staatsbahn bei den Firmen Friedr. Krupp A.-G., Essen und Henschel & Sohn A.-G., Kassel 30 schwere Personen- und Güterzuglokomotiven. Beide Bauarten sind weitgehend vereinheitlicht worden und lehnen

sich mit ihren Einzelteilen an die von der Türkei früher beschafften G 10- und T 18-Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn an. Der Kessel ist für beide Bauarten, nämlich die 2 D-Personen- und die 1 E 1-Güterzuglokomotive vollkommen gleich. Die Rohrlänge zwischen den Wänden beträgt 6 m. Der Überhitzer ist noch vierreihig, seine Schlangen liegen in 26 Rauchrohren (135/143 Ø) und münden von vorn in den Überhitzersammelkasten. Die zwischen dem Rahmen liegende Feuerbüchse (3 m Länge) und die Stehbolzen sind aus Kupfer. Die Rauchkammer mit einem Durchmesser von 1896 mm ist durch Winkleisen mit dem Kessel verbunden (frühere preußische Bauweise). Die Kessel-ausrüstung ist die übliche. Im vorderen Dom befindet sich ein Speisewasserreiniger; der Schlamm-sammler wird durch einen Abschlammschieber Bauart Strube verschlossen. Die Speisung des Kessel geschieht einmal durch eine Nielebock-Knorrpumpe über den Vorwärmer in den Kessel, als zweite Vorrichtung ist ein nichtsaugender Friedmanninjektor vorgesehen. Ein Teil der Lokomotiven besitzt an Stelle des Vorwärmers und der Pumpe Abdampf-injektoren der Bauart Friedmann für 180 l/min Leistung.

Der Rahmen ist ein durchgehender Plattenrahmen, der bei der Güterzuglokomotive unter dem Führerstand beiderseitig um je 125 mm eingezogen ist, um der hinteren Adamsachse je 75 mm Ausschwenkmöglichkeit zu geben. Die Rückstellung dieser Achse erfolgt durch kräftige Wickelfedern. Der feste Radstand mißt bei der 1 E 1-Lokomotive 4,5 m, bei der 2 D-Lokomotive 4,0 m.

Die Zylinderabmessungen sind für beide Bauarten gleich. Wie die früheren preußischen T 18-Lokomotiven besitzen die Zylinder Luftsauge- und Umlaufventile von Knorr. Die Steuerung ist nach Heusinger mit Hängeeisen. Bemerkenswert ist, daß nicht nur die Güterzug-, sondern auch die Personenzuglokomotive mit Gegendruckbremse ausgerüstet ist. Die Strecken- und Triebwerkbeleuchtung wird durch Turbodynamo der Firma Henschel betrieben. Die Schmierung geschieht mit einer Schmierpresse Bauart Friedmann. Bei den 1 E 1-Lokomotiven ist sie auch für die Achslager automatisch. Für beide Lokomotiven wird nur eine Tenderform verwendet.

Wegen ihres Achsdruckes von 16 t können die Personenzuglokomotiven nur auf den Hauptstrecken verkehren. Sie schleppen auf Steigungen von 15‰ 320 t mit etwa 35 km/h. Die Güterzuglokomotiven haben nur 13,5 t Achsdruck, so daß ihre Verwendung auch für die schwächeren Nebenstrecken möglich ist. Sie befördern auf derselben Steigung von 15‰ bis zu 500 t, wobei allerdings die Geschwindigkeit auf 20 km/h herabsinkt. Die Hauptabmessungen der Lokomotiven sind folgende:

	1 E 1-Lok.	2 D-Lok.
Zylinderdurchmesser mm	630	
Kolbenhub „	660	
Treibrad-Durchmesser „	1400	1600
Radstand fest „	4500	4000
Gesamt-Radstand „	10900	10100
Kesselüberdruck at		12
Rostfläche m ²	3,03	
Feuerberührte Heizverdampfungsfläche des Kessels „	180,56	
Feuerberührte Überhitzerheizfläche „	68,25	
Leergewicht t	81,5	80,5
Dienstgewicht „	90,5	89,1
Größte Geschwindigkeit km/h	65	80

Tender (vierachsrig).

Wasservorrat 26 m ³	Kohlenvorrat 8 t
Leergewicht 27,2 t	Dienstgewicht 61,2 t

E. Wohllebe.

Bücherschau.

Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933, 1287 Seiten, mit Daumenregister, Leinen. 16,20 *R.M.* (VDE-Mitglieder 14,60 *R.M.*), Verlagsabteilung des VDE.

Im Jahre 1904 faßte der Verband Deutscher Elektrotechniker zum ersten Male seine damals bestehenden 17 Einzelbestimmungen in einem 190 Seiten starken Vorschriftenbuch zusammen. In den folgenden Jahrzehnten haben die in Selbstverwaltung von ihm geschaffenen Sicherheitsbestimmungen der Deutschen Elektrotechnik mit der raschen technischen Entwicklung Schritt gehalten, so daß heute ein Band von rund 1290 Seiten mit 105 VDE-Arbeiten vor uns liegt.

Diese neue 19. Auflage nach dem Stande am 1. Januar 1933 ist in der Reihe der bisherigen Auflagen von besonderer Bedeutung, weil mit ihr das VDE-Vorschriftenbuch eine grundsätzliche Umwandlung seiner inneren Gliederung und äußeren Anordnung erfahren hat.

Die Einteilung des gesamten Arbeitsgebietes des VDE in neun Sachgruppen und die zweckmäßige Gestaltung der Arbeitsnummern ergibt zwangsläufig eine logische Gliederung und Reihenfolge. Die gleichzeitig erzielte einfache und klare Zitierungsmöglichkeit der VDE-Bestimmungen entspricht ebenfalls einem dringenden Bedürfnis der Praxis. Das neue Sachverzeichnis trägt dieser Zitierungsart bereits Rechnung. Die Erweiterung des Sachverzeichnisses, das gegenüber früheren Auflagen mehr, als die vierfache Stichwortzahl enthält, erstreckt sich nicht nur auf alle im ganzen Buch enthaltenen Fachausdrücke, sondern enthält auch viele in der Praxis gebräuchliche Synonyma, die im Text selbst nicht vorkommen.

Auch inhaltlich weist die 19. Auflage gegenüber der vor zwei Jahren erschienenen 18. Auflage umfangreiche Änderungen auf, da seither nahezu die Hälfte der VDE-Arbeiten in erstmaliger oder völlig neubearbeiteter bzw. geänderter Fassung vorliegt. Eine Weiterverwendung älterer Auflagen kommt daher nicht mehr in Betracht. — Die äußere Ausstattung ist gegenüber früheren Auflagen weiter verbessert worden. Durch Verwendung von Dünndruckpapier wurde die Dicke des Bandes trotz größerer Seitenzahl vermindert.

Die Brennkraftmaschinen. Arbeitsverfahren, Brennstoffe, Detonation, Verbrennung, Wirkungsgrad, Maschinenuntersuchungen. Von D. R. Pye, Oxford. Übersetzt und bearbeitet von Dr.-Ing. F. Wettstädt. Mit 77 Textabb. und 39 Zahlentafeln. VII, 262 Seiten. Berlin: Julius Springer 1933. Preis gebunden 15,— *R.M.*

Das Werk befaßt sich nicht, wie der Titel vermuten lassen könnte, mit der konstruktiven und betriebstechnischen Seite der Brennkraftmaschinen, sondern behandelt diese nur vom thermodynamischen Standpunkt aus. Nach Erläuterung der allgemeinen Thermodynamik, der Arbeitsverfahren von Brennkraftmaschinen und der für sie verwendeten Brennstoffe bespricht Pye ausführlich auf Grund neuester englischer Forschungen das Klopfen der Motoren und die verschiedenen die Verbrennung und den thermischen Wirkungsgrad bestimmenden Größen, insbesondere Mischungsverhältnis, Zündeneinstellung, Verdichtungsverhältnis, Temperatur, Form des Verbrennungsraumes, Luftwirbelung u. s. f. Es sei besonders erwähnt, daß Pye sich nur auf englische Versuche und englische Literatur stützt und nichtenglische Arbeiten so gut wie gar nicht berücksichtigt. Für den Leser, der die anderen Arbeiten bereits mehr oder weniger kennt, ist dies kein Nachteil, da er diese Fragen hier von einer anderen beachtenswerten Seite behandelt und in anderer Beleuchtung wieder findet. Für andere Leser sei jedoch darauf hingewiesen, daß gerade in bezug auf Brennkraftmaschinen die deutsche Technik mit an der Spitze marschiert und die deutsche Literatur wohl als führend bezeichnet werden kann.

Die Nichtberücksichtigung der deutschen Arbeiten oder deren Unkenntnis hat übrigens auch einige Irrtümer zur Folge gehabt,

z. B. sind dem Verfasser die bedeutenden deutschen Fortschritte in der Herstellung synthetischen Benzins und dessen Herstellung im Großbetrieb nicht bekannt. Die Übersetzung, die übrigens volle Anerkennung verdient, weist darauf selbst hin.

Der Verfasser glaubt, daß große Dieselmotoren nur mit Drucklufteinblasung betrieben werden, während tatsächlich von der M. A. N. schon seit Jahren auch solche von mehreren 1000 PSe mit direkter Einspritzung mit bestem Erfolg gebaut werden.

Pye ist weiter der Meinung, daß es kaum möglich sei, die Wirbelbewegung im Zylinderinnern von Kraftmaschinen zu messen. Diese ist aber von deutschen Forschern bereits recht gründlich meßtechnisch ermittelt worden.

Diese Beanstandungen sind jedoch für denjenigen belanglos, der beachtet, daß das Werk den Stand der einschlägigen englischen Forschung wiedergibt. Unter dieser Einschränkung kann das Werk, das sich durch eine besonders anschauliche, leicht verständliche Darstellungsweise und klare Schlußfolgerungen wohltuend auszeichnet und mathematische Formeln nur, soweit sie unbedingt nötig sind, bringt, jedermann warm empfohlen werden.

J. Geiger.

„Die Bedeutung einer planmäßigen Erhaltungswirtschaft beim Fahrzeugpark für die Deutsche Reichsbahn“ von Geh. Baurat Dr. Ing. e. h. Peter Kühne, Reichsbahndirektor und Mitglied der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Heft 5 der Schriftenreihe „3. Studienkonferenz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“. Berlin 1933. 56 Seiten mit 11 Abbildungen. Preis 2,— *R.M.* Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der D. R. Berlin W 9, Voßstraße 6.

Im Anschluß an das große umfassende Werk des Verfassers (vergl. Besprechung in Heft 5, S. 103) erscheint hier innerhalb der Schriftenreihe „3. Studienkonferenz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“ eine kleine Veröffentlichung, in der eine Übersicht über das wichtige Gebiet der Erhaltungswirtschaft gegeben wird.

Die Schrift dürfte nicht nur dem Eisenbahner, sondern auch dem Volkswirtschaftler und den an der Erhaltungswirtschaft der Reichsbahn interessierten industriellen Unternehmungen wertvolle Aufschlüsse geben.

Die Elektrotechnik und die elektromotorischen Antriebe. Ein elementares Lehrbuch für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht. Von Dipl.-Ing. W. Lehmann, Professor am Staatlichen Berufspädagogischen Institut Berlin. Zweite, stark umgearbeitete Auflage. Mit 701 Textabb. und 112 Beispielen. VII, 302 Seiten. Berlin: Julius Springer 1933. Preis 12,60 *R.M.*; gebunden 13,80 *R.M.*

Das Buch bringt in übersichtlicher Weise eine umfassende Einführung in die Elektrotechnik. Ausgehend von den elektrotechnischen Grundbegriffen wird der Wechselstrom und der Drehstrom erläutert. Weitere Abschnitte des Buches behandeln die elektrotechnische Meßkunde und die verschiedenen Arten der Elektromotoren, ferner die Umformung, Umspannung, Übertragung und Verteilung des elektrischen Stromes. Den Schluß bilden ausführliche Erläuterungen über den elektromotorischen Antrieb und die Beschreibung besonders wichtiger Antriebe.

Der Untertitel „Ein elementares Lehrbuch für technische Lehranstalten und zum Selbstunterricht“ bezeichnet in kurzer, treffender Weise den Zweck des Buches. Die Verbindung der theoretischen Erklärungen im ersten Teil des Buches mit den am Schluß gebrachten praktischen Beispielen machen es für Lehrzwecke und für Selbstunterricht besonders geeignet. Holzapfel.

Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, berechnet aus der spezifischen Wärme. Bearbeitet von Osc. Knoblauch, E. Raisch, H. Hausen, W. Koch. Zweite neubearbeitete und erweiterte Auflage. Mit einer Abbildung im Text und zwei Diagrammtafeln als Beilage. 40 Seiten. München und Berlin: R. Oldenbourg 1932.