

Die Lokomotiv-Mefswagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von Professor H. Nordmann, Reichsbahnoberrat, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamts Berlin.

Hierzu Tafel 35.

Geschichtliche Vorbemerkungen.

Die Bestrebungen der Eisenbahnen, die Züge nicht nur mit Lokomotiven schlechthin zu befördern, sondern den Beförderungsvorgang auch nach seinen betrieblichen und wirtschaftlichen Eigenschaften zu erforschen, sind wenigstens in ihren Anfängen sehr alt. Auch von Mefseinrichtungen zur Untersuchung des Beförderungsvorganges und der Lokomotive hat man schon vor Jahrzehnten Gebrauch gemacht. So findet sich in dem Heusingerschen »Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik«, und zwar im Lokomotivbande mit dem Erscheinungsjahr 1875, ein alter zweiachsiger Dynamometerwagen geschildert und außerdem die auf Bauschingers Anregung zurückgehende Anwendung des Indikators auch auf die Lokomotive an einigen Beispielen erläutert. Die älteren Messungen schreiten aber über die Indizierung und Messung der Zugkraft am Tenderzughaken nicht wesentlich hinaus. Eine lebhaftere, auf kurze Zeit zusammengedrückte Weiterentwicklung der Untersuchungsmethoden ist lange Zeit nicht zu verzeichnen.

In Deutschland besaßen um die Jahrhundertwende einige Eisenbahndirektionen besondere Versuchswagen, so die Eisenbahndirektion Hannover einen solchen auf zwei Achsen. Um diese Zeit machte sich nun das Bedürfnis nach weiterer Ausgestaltung der Lokomotivuntersuchungen bei den preussischen Staatsbahnen, ausgesprochen durch den Lokomotivausschuß, so lebhaft geltend, daß der Minister der öffentlichen Arbeiten durch einen Erlaß vom 5. 2. 1901 die Königliche Eisenbahndirektion Berlin beauftragte, im Benehmen mit den auf diesem Gebiete sehr tätig gewesenen Eisenbahndirektionen Erfurt und Hannover den Entwurf eines Versuchswagens auszuarbeiten. Der daraufhin zustande gekommene Entwurf sah einen dreiachsigen Mefswagen vor, der allerdings noch weiteren Zwecken dienen, also auch zu Brems- und Oberbauuntersuchungen Verwendung finden sollte. Dieser erste Entwurf fand aber keinen Beifall. Er sah außer dem Apparateraum in an sich durchaus richtiger Weise noch einen Beratungsraum und einen Schlafraum für auswärtige Übernachtungen der Beamten vor, ergab dadurch aber andererseits bei dem nur dreiachsigen, also nicht sehr langen Wagen eine zu enge Ausgestaltung des Apparateriums mit seinen mannigfachen Mefseinrichtungen. Durch einen weiteren Ministerialerlaß vom 14. 8. 1901 erhielt deshalb die Eisenbahndirektion Berlin die Weisung, unter Benutzung des von dem damaligen technischen Attaché in New-York vorgelegten Berichts über amerikanische Mefswagen, einen verbesserten Entwurf für einen fünfachsigen Wagen auszuarbeiten. Der dadurch schließlich zustande gekommene Wagen ist der jetzige Lokomotiv-Mefswagen 1 — von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau 1905 ausschließlich der Mefseinrichtungen erbaut — der ursprünglich noch neben der Untersuchung der Lokomotiven derjenigen des Oberbaus und der Möglichkeit der Bremsuntersuchung, für die inzwischen ein besonderer Wagen sonst schon eingerichtet war, diente. Der erhebliche Zeitraum zwischen der Inbetriebsetzung und dem Entwurfsauftrag erklärt sich durch die Neuartigkeit und die sorgfältigen Erwägungen, den Wagen mit den denkbar besten, zum Teil auch noch zu entwerfenden Versuchsapparaten auszurüsten. Die Begründung für die Wahl zweier verschiedener Drehgestelle, eines dreiachsigen und eines zweiachsigen, findet sich weiter unten.

Wenn es auch nicht der Zweck dieser Zeilen sein soll, eine ausführliche Geschichte der Mefswagen zu schreiben, so mögen doch zwei Punkte aus der weiteren Entwicklung noch erwähnt werden. Die Vereinigung von Lokomotiv- und Oberbauuntersuchung blieb zunächst dadurch möglich, daß Oberbauuntersuchungen in großem Umfange nicht vorgenommen wurden, und es daher angängig war, die wenigen Versuche aus diesem Gebiete zwischen die Lokomotivuntersuchungen einzuschieben. Immerhin wurde die Einrichtung des Wagens für Oberbauzwecke noch durch den Einbau eines Siemensschen Kreisels ergänzt. Nachdem jetzt auch der Oberbau in erhöhtem Maße mit allen erforderlichen Mitteln beobachtet werden soll, läßt sich die Beschaffung eines besonderen Oberbau-Mefswagens nicht länger umgehen, zumal die Verfügbarkeit des Lokomotiv-Mefswagens 1 für nicht der Lokomotivuntersuchung dienende Zwecke immer beschränkter geworden war. Zur Zeit sind die Mefseinrichtungen für die Oberbauuntersuchung bereits ausgebaut und der Bau des Oberbau-Mefswagens ist im Gange. Die letzte größere Untersuchung aus dem Oberbaugebiet mit dem Wagen in seiner alten Gestalt war diejenige des Einflusses der

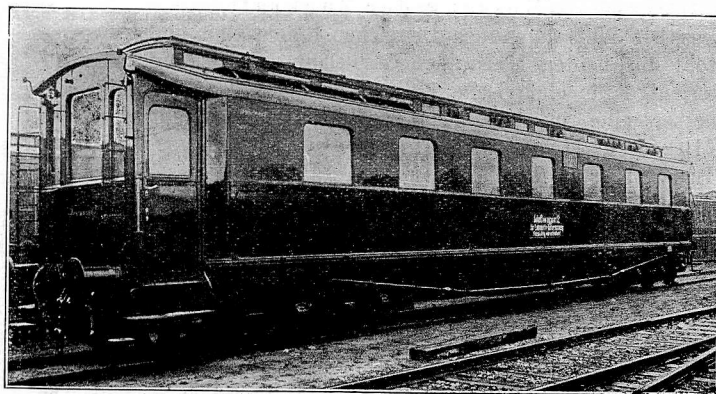


Abb. 1. Ansicht des Lokomotiv-Mefswagens 2.

Krümmungs-Leitschienen auf den Zugwiderstand und insofern allerdings gleichzeitig von Bedeutung für die Zugförderung.

Die zweite Tatsache, die aus der deutschen Mefswagen-geschichte noch besondere Hervorhebung verdient, besteht darin, daß der Umfang der Untersuchungen an Dampflokomotiven zu Beginn des laufenden Jahrzehntes dasjenige Maß zu überschreiten begann, das mit einem, wenn auch sehr stark ausgenutzten Lokomotiv-Mefswagen zu bewältigen gewesen wäre. Es wurde daher ein aus dem ehemaligen kaiserlichen Hofzuge verfügbarer sechsachsiger Hoffolgewarder von der Lokomotivversuchsabteilung des Eisenbahnausbesserungswerkes Grunewald zum zweiten Lokomotiv-Mefswagen (Textabb. 1 und Abb. 1, Taf. 35) umgebaut, bei dem die mit dem ersten Wagen gemachten Erfahrungen in weitestem Maße benutzt werden konnten, so daß seine Ausführung als ein sofort gelungener Wurf zu bezeichnen ist. Die Ausführung dieses zweiten Mefswagens hat sich als so zweckmäßig erwiesen, daß auch der ältere Mefswagen gelegentlich einer großen Ausbesserung und nach Herausnahme der Einrichtung für Oberbauuntersuchung

dem neueren Lokomotiv-Mefswagen 2 angepaßt worden ist. Auch der inzwischen noch eingerichtete Mefswagen für elektrische Lokomotiven, der in »Glaser's Annalen« von Regierungsrat Kleinow beschrieben wurde, ist in Anlehnung an den neueren Lokomotiv-Mefswagen ausgestaltet. Der Aufgabenkreis der beiden (Dampf)-Lokomotiv-Mefswagen hat sich inzwischen durch die Prüfung von Diesellokomotiven und Verbrennungstriebwagen noch beträchtlich erweitert.

Nach diesen geschichtlichen Betrachtungen gehe ich nunmehr zur Schilderung der Verfahren zur Untersuchung der Lokomotiven über und lege dabei meist den neueren Mefswagen 2 zugrunde, der ebenso wie die übrigen Lokomotiv- und Brems-Mefswagen in Berlin-Grünwald beheimatet ist. Es ist selbstverständlich, daß wegen ihrer organischen Unzertrennlichkeit auch diejenigen Messungen mitbehandelt werden, die gleichzeitig auf der Lokomotive erfolgen, zum Teil übrigens auf elektrischem Wege in den Mefswagen übertragen werden.

Die erforderlichen Messungen und ihre Ausführung im Mefswagen.

Als Ursprungsgrößen der Messungen sind die Zugkraftarbeit und die Leistungen am Zughaken und an den Kolben der Lokomotive, andererseits der Verbrauch an Wasser und Brennstoff zu betrachten. Für die wissenschaftliche Auswertung der Versuche, gerade auch zur Untersuchung der Möglichkeit einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, müssen aber daneben alle jene Größen beobachtet werden, die sozusagen als Komponenten einen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit auszuüben vermögen, so z. B. Dampfspannung und Dampftemperatur, die angewandte Füllung und, als Wertbeispiele für die Wärmebilanz des Kessels, Rauchkammer- und Speisewassertemperaturen, daneben die Unterdrücke an den verschiedenen Stellen.

Messung der Zugkraft.

Die Mefswagen der Deutschen Reichsbahn und zwar sowohl die beiden Mefswagen für Dampflokomotiven als auch derjenige für elektrische Lokomotiven besitzen als Zugkraftmesser eine in die Zugstange des Wagens eingeschaltete Flüssigkeitsdruckmefsdose von Schaeffer und Budenberg, Magdeburg (Textabb. 2). Das Wesen der Mefsdose besteht darin, daß ein mit dem einen Zugstangenteil verbundener Stahlkolben, durch zwei Membranen nahezu widerstandslos geführt, gegen eine Messingmembran gedrückt wird, die das Gehäuse für den Flüssigkeitsdruck abschließt; dieses Gehäuse ist mit dem anderen Zugstangenteil verbunden. Die Druckflüssigkeit ist mit Rücksicht auf die niedrigen Temperaturen des Winters Glycerin. Die Mefsdosen werden in Zeitabständen von einigen Monaten mit einer genaueren Mefsdose Wazau'scher Bauart nachgeprüft, die wieder durch die Versuchsanstalt in Berlin-Dahlem geeicht worden ist. Eine unmittelbare Gewichtseichnung der Wagenmefsdose ist wenigstens für die großen Zugkräfte leider bisher nicht möglich, da diese bei dem älteren Wagen bis 22, bei dem neueren Wagen bis 35 t heraufgehen. Während bei der älteren, noch mehr behelfsmäßigen Mefsdosenprüfung die (scheinbaren) Abweichungen bis zu einigen Prozenten heraufgingen und auch nicht so regelmäßig lagen, daß man etwa wie bei der Fadenberichtigung von Quecksilberthermometern empirische Berichtigungformeln hätte aufstellen können, beweist die neue Prüfungsmethode, daß die höchste Fehlergrenze bei 1 v. H. liegt und die Fehler im allgemeinen wesentlich geringer sind. In der Wasserdruckmefsdose besitzen wir daher bei praktisch ausreichender Genauigkeit eine außerordentlich gedrängte Mefseinrichtung, ohne Raumbedarf im Mefswageninnern, wie ihn Feder- und Ölkolbendruckmesser erfordern.

Die eigentliche Beobachtung der Zugkraft nach ihrer Umformung in den Flüssigkeitsdruck der Mefsdose geschieht mit zwei Manometern nach dem System der sogenannten Bourdon-Röhren. Das eine Monometer dient lediglich zu Ablesezwecken

und ist gleich mit einer Teilung nach kg (statt at) auf dem Zifferblatt versehen. Die andere Manometerröhre ist horizontal gelagert und bewegt einen schreibenden Zeiger in Schneidenerlagerung für die Übersetzung ins Große; der Zeiger schlägt also bogenförmig aus und schreibt mit einem zugespitzten, mit farbiger Tinte gefüllten Glasröhrchen. Das ganze Druckflüssigkeitssystem (Mefsdose, Leitungen, beide Manometer) ist mit einem gewissen Vordruck aufgefüllt, entsprechend einem Zugkraftwert von etwa 200 kg, um auf jeden Fall, auch bei Dehnung der Kupferrohre im Sommer eine vollständige Auffüllung mit dem Glycerin zu gewährleisten. Da die zu messenden Zugkräfte, von wenigen Ausnahmen abgesehen, und jedenfalls bei allen Zugbeförderungsfahrten weit über diesem Wert liegen, so spielt die Vorspannung keine Rolle, da sie aus der Beobachtung herausfällt. Übrigens wird auch in dem Lokomotiv-Mefswagen der Schweizer Bundesbahnen die Zugkraft durch Flüssigkeitsdruck gemessen, und zwar unter Einschaltung einer Hebelübersetzung und Übertragung auf einen Prefsöl-Kolben, so daß auch hier gewisse Fehlerquellen durch die Gelenkreibung des Hebels und die Kolbenreibung gegeben sind. Die Zugkraft-Mefseinrichtung des russischen Mefswagens (Professor

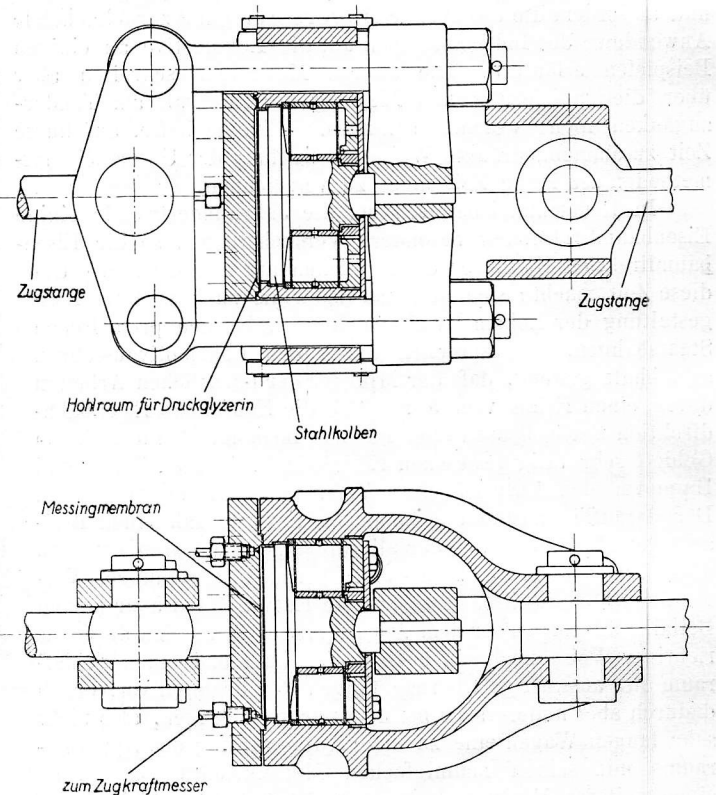


Abb. 2. Flüssigkeitsdruckmefsdose.

Lomonosoff) stimmt mit der deutschen überein. Zur genaueren Messung kleiner Zugkräfte (leichte Diesellokomotiven, Lokomotivwiderstandsversuche) dient ein kleiner, ebenfalls auf dem Mefsdosenprinzip beruhender transportabler Zugkraftmesser, der zwischen Lokomotiv- und Mefswagenzughaken eingehängt wird.

Messung der Arbeit am Zughaken.

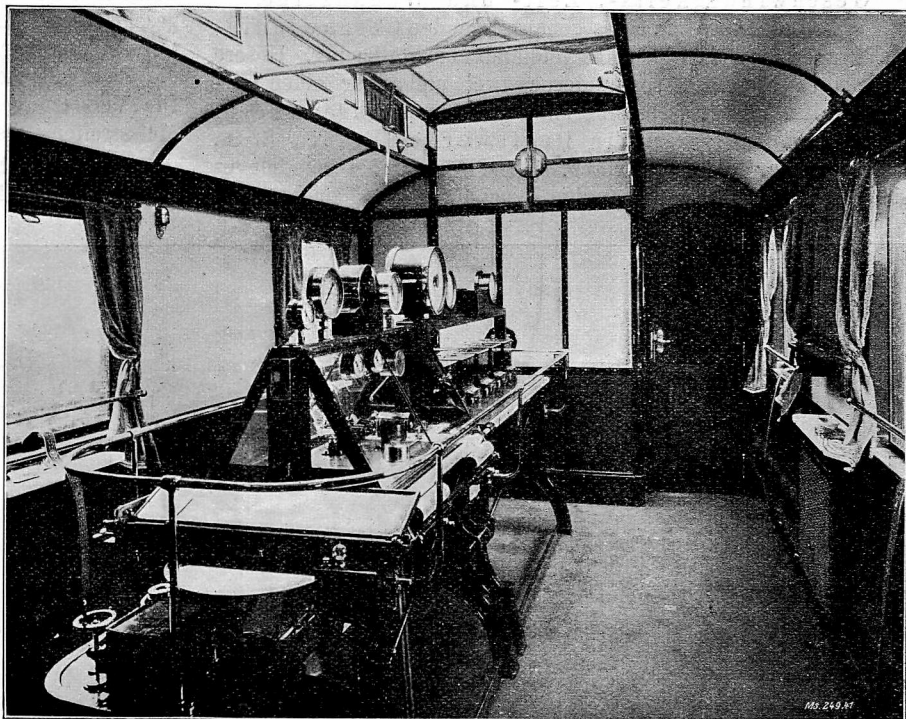
Um aus der Zugkraft die Arbeit zu erhalten, muß ihr Integral über dem Wege gebildet werden. Auf den Weg werden daher zweckmäßig auch alle übrigen Beobachtungen bezogen. Der Vorschub des Aufzeichnungs-Papierstreifens (Mefstreifens) auf dem Mefstisch erfolgt dementsprechend proportional dem Wege und zwar durch Walzantrieb von der Mefstischwelle aus (Textabb. 3). Hier ist nun der Genauigkeitsgrad der deutschen Lokomotiv-Mefswagen ein unerreicht

hoher; der Antrieb der Mefstischwelle (unter dem Fußboden) erfolgt nämlich von der Mittelachse eines dreiachsigen Drehgestells, deren Radreifen zylindrisch und ohne Spurkranz ausgeführt sind (Abb. 1, Taf. 35), und deren Abnutzung durch Vermeidung ihrer Abbremsung so klein wie möglich gehalten wird. (Aus diesem Grunde wurde schon der ältere Mefswagen 1 an dem Mefsteilende mit einem dreiachsigen Drehgestell versehen, während an der anderen Seite ein zweiachsiges Drehgestell zum Tragen ausreichte. Der Mefswagen 2 hatte von Haus aus zwei dreiachsige Drehgestelle). Dabei sorgt noch ein veränderliches Rädergetriebe (Textabb. 3), das übrigens noch einen großen und kleinen Papiervorschub für die Wegeinheit ermöglicht, für die weitere Berichtigung, denn auch bei einer ungebremsten Achse ist auf die Dauer eine Abnutzung im Durchmesser unvermeidlich. Die Wegegenauigkeit kann daher als praktisch vollkommen angesehen werden. Auch zusätzliche Schwankungen in der Winkelgeschwindigkeit der Mefstischwelle sind dadurch vermieden oder jedenfalls kleiner gehalten als beim Antrieb von einem zweiachsigen Drehgestell*), daß der Ausgangspunkt ihres Antriebes, die Achsmittelpunkte der dreiachsigen Drehgestelle, seitlich gar nicht gegen den Wagenkasten ausschwingt, aber auch dem Federspiel in geringerem Maße unterliegen wird.

Es handelt sich nunmehr darum, für die Arbeit am Zughaken die Integration der Zugkraft über dem Wege zu vollziehen. Das Hindurchziehen des Zugkraftstreifens durch ein entsprechendes Planimeter wäre hier ein möglicher, aber umständlicher Weg, und unsere Mefswagen enthalten deshalb eine selbsttätige Einrichtung, die lediglich durch Multiplikation der Ableseung mit der Planimeterkonstanten eine sofortige Feststellung der geleisteten Arbeit gestattet. Dieses von Ott in Kempten (Bayern) gelieferte Planimeter wirkt so, daß auf der proportional dem Weg sich drehenden Planimeterscheibe die durch die Zugkraft verstellte Planimeterrolle läuft, und zwar wird diese Verstellung bewirkt durch Anlenkung an die oben bereits erwähnte, aufschreibende Kraftröhrenfeder (Textabb. 4). Liefse sich das Ideal dieser Integrationseinrichtung erreichen, daß nämlich die Rolle bei der Zugkraft Null mit ihrer Berührungsstelle auf dem Mittelpunkt der rotierenden Scheibe stände und ihr geradlinig radialer Ausschlag genau proportional der Zugkraft wäre, so wäre der Fehler der gesamten Einrichtung lediglich jener äußerst geringfügige, wie er aus der Reibung im Planimetermechanismus entspringen kann. Da jedoch aus baulichen Gründen die für den Idealfall als notwendig gekennzeichneten Bedingungen sich nicht völlig verwirklichen lassen, so ergibt nach

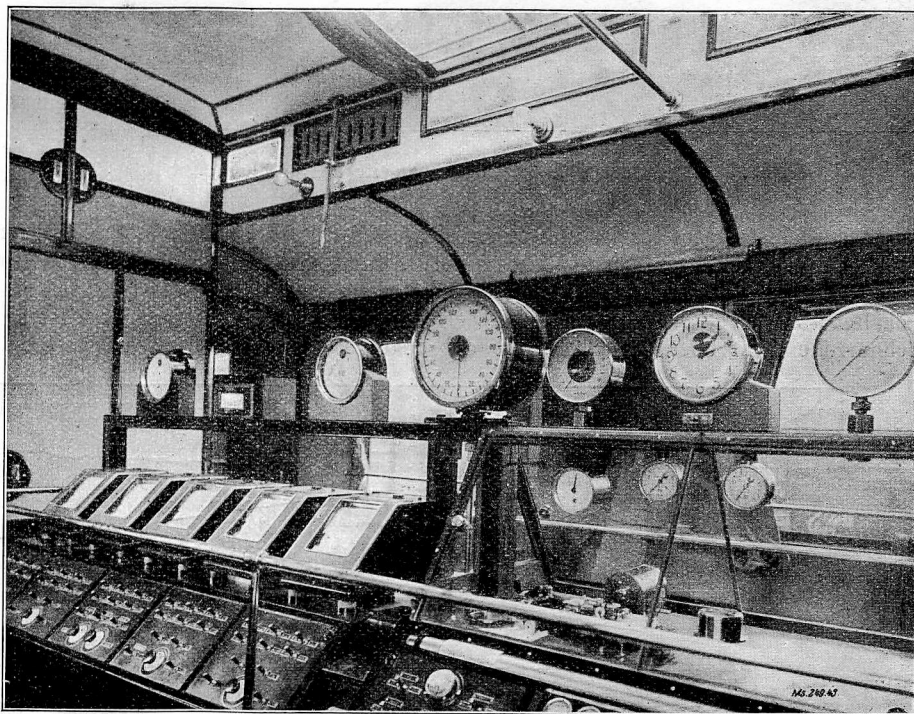
*) Lomonosoff, Lokomotivuntersuchungen in Rußland, V. D. I. Verlag Berlin 1926 (Abb. 60).

einer sorgfältigen Studie des Lokomotiv-Versuchsamtes in Grunewald die Planimereinrichtung des älteren Mefswagens nach



Ortsanzeiger
Teilscheibe
Räderkasten

Abb. 3. Mefraum.



CO₂-Anzeiger Temperatur- CO-Anzeiger Geschwindigkeits- Zugkraft- Uhr
anzeiger
5 Temperaturschreiber
Schalter für Temperaturschreiber
messer
messer
Uhr für Fahrzeit
unter Dampf
Zugkraft-
schreiber
2 Brems-
manometer
Schreibender
Geschwindigkeits-
messer

Abb. 4. Mefstisch von der Beobachterseite aus gesehen.

ihrer Verbesserung Fehler von etwa 1 v. H. und den gleichen Betrag von vornherein bei dem neueren Mefswagen, bei dem die Er-

fahrungen des älteren bereits hatten berücksichtigt werden können.

Geschwindigkeits-, Zeit- und Weganzeige.

Das Vorhandensein eines genau zeigenden Geschwindigkeitsmessers ist eine selbstverständliche Forderung. Unsere Mefswagen enthalten sogar deren zwei und zwar einen anzeigenden mit großem Zifferblatt und einen schreibenden, beide nach dem System der Deutawerke, Berlin S. O., mit stehender Welle (Textabb. 4 und 5). Dabei handelt es sich nicht um die marktgängige Type der Firma, sondern um

ist die Lage so, daß mit einem besonderen Maßstab stets die zusammengehörigen Werte abgelesen werden können, wobei die kurze Maßstabkante an die von einem weiteren Glasschreibstift geschriebene Nulllinie (Abszissenachse) gelegt wird. Zur leichteren Erkennbarkeit wird die Geschwindigkeit rot geschrieben, die Zugkraft violett, die eindeutige Nulllinie gleichfalls violett. Die Versetzung der beiden Kurven ist aus der Abbildung des Mefsstreifens ersichtlich (Textabb. 6).

Wenn auch die Bezugnahme auf den Weg wegen der leichten Ermittlung der Arbeit das gegebene ist, so darf doch die Erkennbarkeit der Zeit nicht unterbleiben. Es ist deshalb ein Zeitschreiber (Sekundenschreiber) derart vorgesehen, daß der Schreibstifthalter den Anker eines kleinen Magneten trägt, der durch ein Kontaktuhrwerk jede Sekunde für einen Sekundenbruchteil Strom erhält und damit einen kleinen Ausschlag des Schreibstiftes bewirkt (quer zum Papier), der nach Erlöschen des Stroms durch eine Rückziehfeder wieder verschwindet. Damit die kleinen Zacken, welche dieser Sekundenschreiber (gegenüber der Nulllinie) schreibt, nicht eine eintönige Reihe bilden, ist jeder zehnte Kontakt ausgelassen, so daß hier je eine breitere Zacke gewissermaßen als Cäsür auftritt. Bei schneller Fahrt stellen sich die Sekunden lang, bei langsamer kurz dar. Um auch willkürliche Zeitpunkte oder bestimmte Wegpunkte, an denen z. B. Diagramme aufgenommen worden sind, markieren zu können, kann in eine zweite Magnetwicklung durch einen besonderen Schalter willkürlich von Hand ein Stromstoß mit Anziehung eines Ankers nach der entgegengesetzten Seite geschickt werden. Neben dieser Schreib-einrichtung liegt endlich noch der Kontaktschreiber für die Wasseruhr, die durch einen langgestreckten Doppelzacken die Einspeisung von je 50 l in den Kessel anzeigt. (Vergl. unten).

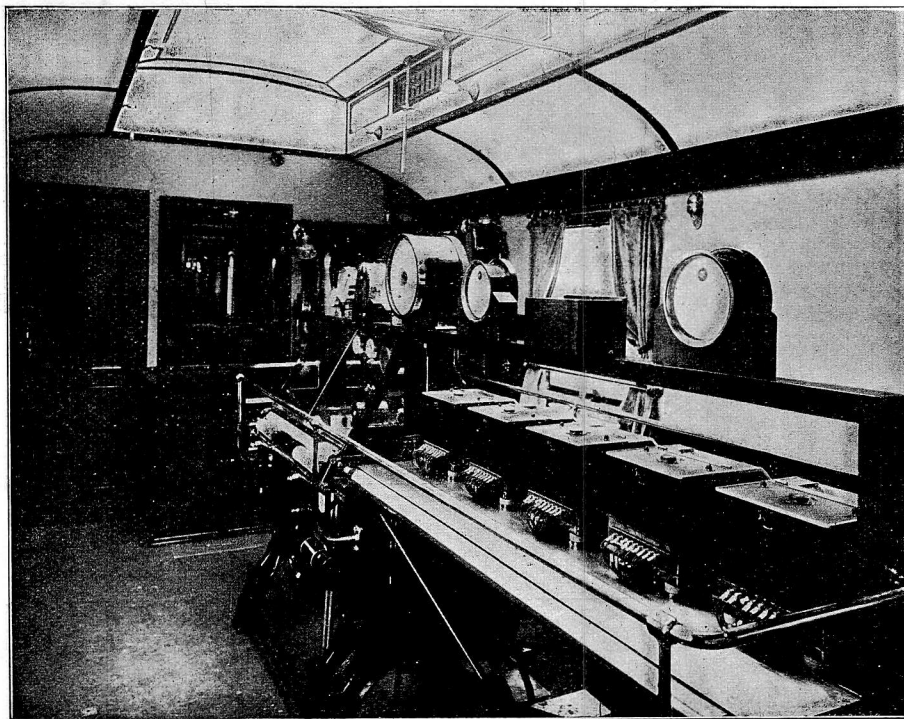


Abb. 5. Mefstisch von der Zuschauerseite aus gesehen.

besonders feine, eigens für den Mefswagen hergestellte Apparate. Während bei dem anzeigenden Messer die Zeigerwelle wagrecht liegt, ist bei dem schreibenden die Zeigerwelle senkrecht gehalten; sie trägt indes statt eines Zeigers eine wagrechte Schnurrolle dicht über der Tischfläche des ersten Mefstisches;

Um weiter regelmässige Beobachtungssignale gleichzeitig im Mefswagen und auf der Lokomotive je mit einer elektrischen Hupe geben zu können, sitzt auf dem Antriebsräderkasten eine wagrechte Teilscheibe, die nach je $\frac{1}{2}$ km um einen Zahn weiter geschoben wird. In entsprechende

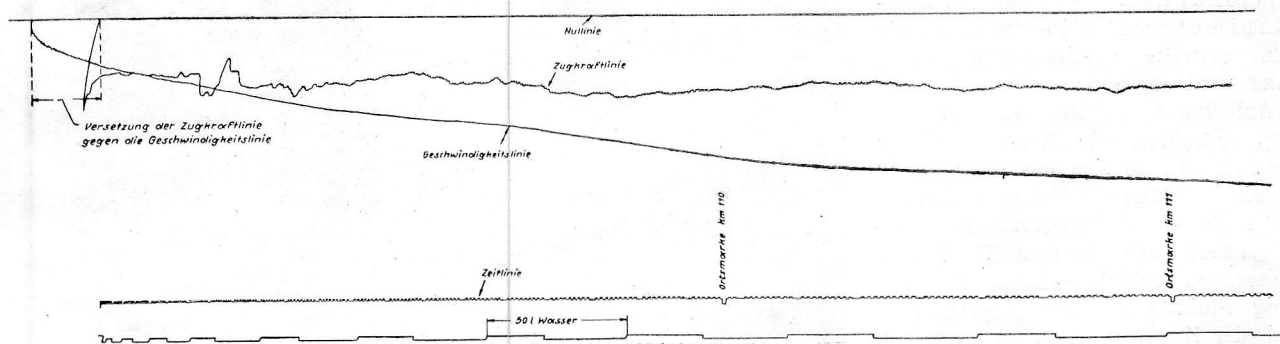


Abb. 6. Mefsstreifen.

jenseits des Schreibstreifens liegt eine gleiche Rolle, und der feine Faden um beide schleppt quer zum Papierstreifen einen kleinen Schlitten, der mit Rollenführung an einer kleinen Brücke über den Streifen gleitet und auch noch einen Zeiger für die lineare Skala trägt. Während also die Zugkraft im Bogenmaß geschrieben wird, wird die Geschwindigkeit (mit einem kleinen Glasschreiber am Schlitten) geradlinig geschrieben und zwar

Löcher dieser Teilscheibe können kleine Metallstifte mit oberem Kopf gesteckt werden, die jenen akustischen Kontakt auslösen und also je nach der Besteckung der Löcher in bestimmten Wegabständen Signale geben. Das Vorbeistreichen am Kontakt dauert beschränkte Zeit, während deren gleichzeitig eine winzige Glühlampe aufleuchtet. Durch einen besonderen Schalter kann man übrigens auch die Hupen willkürlich zum

Ertönen bringen; hiervon wurde z. B. Gebrauch gemacht, als bei den Versuchen auf sehr steilen Rampen (Zahnradbahnen) bei der langsamen Fahrt öfter als alle 500 m Ablesungen gemacht wurden.

Als letzte Einrichtung aus dem Wegzeitsystem ist endlich der Ortsanzeiger (Textabb. 3) zu nennen. Eine wagrechte Schraubenspindel mit sehr geringer Steigung wird mit Gallscher Kette vom Räderkasten aus langsam angetrieben. Sie ist quer vor dem Melstisch gelagert und trägt auf ihrer Mutter einen Zeiger aus dünnem Hochkant-Stahlblech, der über dem Streckenprofil im kleinen Maßstab entlang gleitet. Das Streckenprofil wird, soweit es nicht für häufiger befahrene Strecken schon vorhanden ist, vor der Fahrt sorgfältig aufgezeichnet, und der Zeiger läßt nun vor allem erkennen, ob und in welcher Steigung sich der Zug gerade befindet usw. Der Vergleich mit den Neigungszeigern oder den Bahnhöfen beweist, daß die erwähnte große Genauigkeit in der Wegangabe sich auf diese, zudem sehr anschauliche Einrichtung überträgt.

Messung der Leistung.

Der effektiven Leistung am Zughaken ($N_e = Z_e \cdot V : 270$) ist die indizierte Leistung an den Kolben gegenüber zu stellen. Diese wird mit den bekannten Indikatoren ermittelt, die außer über den mittleren Druck im Zylinder auch über die Güte der Dampfverteilung Aufschluß geben. Die Indikatoren sind zwar, wie sich von selbst versteht, an den Zylindern auf der Lokomotive anzubringen, doch steht die Auswertung der Diagramme in so unmittelbarer Beziehung zu dem Zweck des Mefswagens, daß eine kurze Behandlung der Indiziereinrichtung gleichwohl am Platze ist. Es bedarf außerdem nur des Hinweises, daß die indizierte Leistung der eigentliche Maßstab für die thermische Güte der Lokomotivmaschine ist und in dem Verhältnis der effektiven Leistung zur gleichzeitigen indizierten Leistung auch der mechanische Gütegrad (einschließlich des Luftwiderstandes, also der Gesamtwirkungsgrad) unmittelbar gegeben ist.

Die bei unseren Lokomotivversuchen angewandten Indikatoren sind Maihak-Indikatoren mit außen liegender Feder und elektrischer Betätigung sowohl für das Schreiben der Diagramme als auch für den Vorschub des Rollenpapiers, letzteres zu dem Zweck, daß nach Aufnahme des Indikator-diagramms vor und hinter dem Kolben das nächste Diagrammpaar auf einer anderen Stelle des Rollenpapiers mit genügendem Zwischenraum, also sicher vor gegenseitigen Störungen geschrieben wird. Dabei ist die Schreibvorrichtung seit einigen Jahren durch Überstülpen einer Schutzglocke aus Aluminiumguss gegen Regen geschützt, so daß eine Beschädigung des Diagrammpapiers durch Aufweichen nicht mehr vorkommen kann. Die Indikatoren im einzelnen zu beschreiben, dürfte zu weit führen. Der Maihak-Indikator ist in Textabb. 7 wiedergegeben. Das Bemerkenswerte bei der Aufnahme der Dampfdiagramme ist, daß es durch die elektrische Steuerung möglich geworden ist, alle Indikatoren vom Führerstand aus gleichzeitig zu betätigen. Nur die Umstellhähne werden mechanisch von einer behelfsmäßig angebrachten vorderen Welle aus vermittelt einer Zugstange aus Gasrohr vom Führerstand aus betätigt (Abb. 3, Taf. 35); ihre fünf Stellungen: Diagramm vor dem Kolben (Ausblasen), Ruhstellung (Ausblasen), Diagramm hinter dem Kolben sind durch drei Rasten kenntlich gemacht. Der elektrische Strom wird von einer kleinen Batterie (Varta-Akkumulator) geliefert; die Indikatoren liegen in Parallelschaltung und werden so betätigt, daß die Verlegung eines kleinen Kontakthebels aus der mittleren Nullstellung in der einen Richtung ein Ansprechen des Schreibhebelmagneten be-

wirkt, in der anderen Richtung die Klinke zum Papiertransport betätigt (Abb. 2, Taf. 35). Auf das Signal zur Aufnahme von Diagrammen, das gleichzeitig das Signal für die weiter unten behandelten Ablesungen auf dem Führerstand bildet, wird zunächst der Indikatorhahnzug in die Vorwärtsstellung (Diagramm vor dem Kolben) gelegt, dann der Strom für das Schreibzeug eingeschaltet und nach Umfahren des Diagrammes der Strom ausgeschaltet. Der Indikatorhahnzug wird dann über die drei Mittelstellungen in die Rückwärtslage (Diagramm hinter dem Kolben) gelegt, und nunmehr durch erneute Einschaltung des Stromes im gleichen Stromkreis das Diagramm hinter dem Kolben geschrieben. Alsdann wird der Indikatorhahnzug wieder auf Mitte gestellt, darauf der Strom im Trommel-

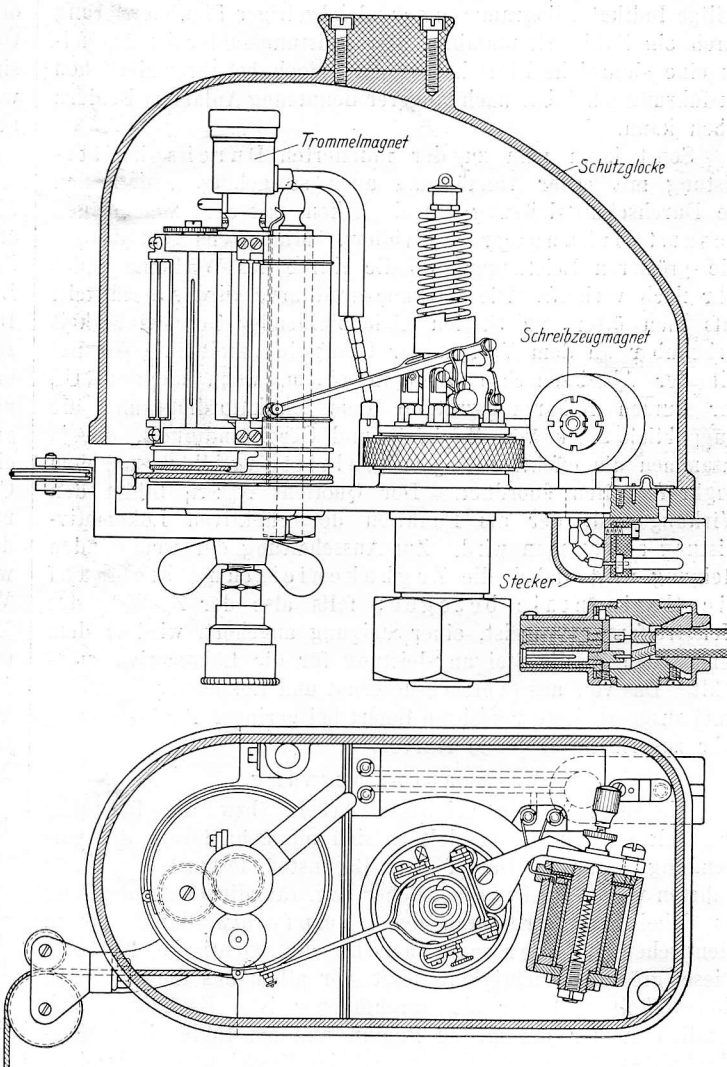


Abb. 7. Maihak-Indikator.

klinkenstromkreis eingeschaltet, wodurch das Papier soweit forttransportiert wird, daß das neue Diagramm, wie bereits erwähnt, an anderer Stelle geschrieben wird. Die dazu nötige Zeit, genauer der dazu gehörige Weg, ist für den Indikatorbedienungsman einfach an einer entsprechenden Hubzahl der in seiner Nähe befindlichen Schmierpumpe festzustellen, und zwar sind bei den meisten Lokomotiven bei der üblichen Ölerstellung etwa 18 Hübe erforderlich, um den gewünschten Zweck vollauf zu erreichen.

In einer Beziehung sind allerdings die Indikator-diagramme, die naturgemäß in einer beschränkten Anzahl aufgenommen werden, nicht das richtige Gegenbild zu dem Planimeterergebnis im Mefswagen, insofern dieses nämlich nach Division mit der Zeit die Durchschnittsleistung auf der ganzen

Strecke darstellt, während die einzelne Diagrammgruppe nur den Maßstab für den Augenblickswert der Leistung bildet. Um auch den Durchschnittswert der indizierten Leistung für eine längere Fahrt festzustellen, haben wir uns öfters des Böttcherschen Leistungszählers (Maihak) bedient, mit dem auch die Mefswagen ausgerüstet sind, und die auch eine elektrische Übertragung ihres Zählwerks nach dem Mefswagen gestatten. Der Böttchersche Leistungszähler ist schon in einer Beschreibung des älteren Mefswagens*) erwähnt. Sein Wesen besteht darin, daß der Hub eines Indikatorkolbens durch einen Winkelhebel in wagrechte Richtung umgelenkt und auf eine kleine Rolle übertragen wird, die auf dem oberen Trommelboden läuft und hier gewissermaßen ständig das jeweilige Indikatordiagramm unter gleichzeitiger Planimetrierung durch ein Zählwerk umfährt. Der Leistungszähler ist zweifellos eine sinnreiche Einrichtung, die jedoch bei ihrer zierlichen Ausführung scheinbar nach längerer Benutzung Anlaß zu Fehlern geben kann.

Sonst kann man zu der indizierten Durchschnittsleistung mit guter Annäherung auch so gelangen, daß man die Durchschnittsleistung am Zughaken mit dem zugehörigen Gesamtwirkungsgrad dividiert. Mindestens geht das für alle größeren Leistungen, wo die Kurve des Wirkungsgrades sehr flach verläuft. Die Wirkungsgradkurve wird so ermittelt, daß man öfters an Stellen gleichbleibender Geschwindigkeit (erkennbar an dem Verlauf der Geschwindigkeitslinie parallel mit der Abszissenachse) also in einem, wenn auch u. U., nur kurzen Beharrungszustand dem Indikatordiagramm die Augenblickswerte von Zugkraft und Geschwindigkeit, die ja zusammen die effektive Zughakenleistung bilden, aus dem Zugkraftstreifen zuordnet. Der Quotient $N_0 : N_i$ bildet den Wirkungsgrad, der als Funktion der effektiven Lokomotivleistung aufgetragen wird. Zur Ausschaltung der wechselnden Steigung wird dabei die Zughakenleistung stets auf die Horizontale bezogen; falls also der Z_0 -Wert des Mefstreifens, wie meist, einer Steigung angehört, wird zu dem gemessenen Z_0 die Steigungsleistung für die Lokomotive zugezählt. Das von uns (Versuchsdezernat und Lokomotiv-Versuchsamt) ausgearbeitete Verfahren liefert bei geringer Punktstreuung sehr zuverlässig liegende Kurven.

Verbrauchsmessung.

Nachdem so die geleistete Arbeit (bzw. die Leistung) ermittelt worden ist, handelt es sich nunmehr darum, die Aufwendung dafür in Dampf und Brennstoff festzustellen. Für Fahrten von mäfsiger zeitlicher bzw. räumlicher Ausdehnung ist dabei die Feststellung des Dampf- bzw. damit nahezu identischen Wasserverbrauchs die wichtigere Aufgabe. Diese größere Wichtigkeit folgt vor allem aus der größeren Genauigkeit, mit der sie durchführbar ist. Es handelt sich nämlich immer darum, zu Beginn und am Ende eines Mefabschnittes denselben Wasserstand im Kessel und die gleiche Kohlenschicht auf dem Rost zu haben. Da der Idealfall mit dauernd genau gleich hohem Wasserstand und entsprechender Kohlenlage nicht oder höchstens zufällig zu verwirklichen ist, so läßt der Versuchslokomotivführer beides etwas unter den Anfangsstand sinken und ergänzt durch Nachspeisen und Nachfeuern auf der Endstelle auf den am Wasserstand markierten, bzw. an den Stehbolzen gemerkten Anfangsstand. Ginge man nicht so vor, so wäre die Leistung keine reine Beharrungsleistung, sondern eine solche unter, wenn auch geringer, Benutzung der Kesselreserve. Übrigens ist auch deshalb die Wassermessung der genauere oder wenigstens schneller genau erhältliche Verbrauchsmaßstab, weil das Wasser ein physikalisch konstanter Körper ist, während der erst zu bestimmende Heizwert der Kohle starken Schwankungen unterliegen kann.

*) Hammer, Neuerungen an Lokomotiven der preussisch-hessischen Staatsbahnen, Berlin, F. C. Glaser 1916, S. 4 u. 5.

Die Kohlenschichthöhe kann nur an Hand der Stehbolzenteilung festgestellt werden; sie bildet daher bei großen Rostflächen und kürzeren Fahrten eine nennenswerte Fehlerquelle von mehreren Hundertteilen*), wenn man auch die durch die Feuertür aufgegebene Kohlenmenge durch vorheriges Abwiegen oder Messen an sich ziemlich genau bestimmen kann. Weiterhin wird der mögliche Fehler der Brennstoffmessung noch dadurch vergrößert, daß Unterschiede im Wärmezustand der ganzen Kohlenschicht auf dem Rost zu Beginn und am Ende der Mefstrecke durch das verschiedene Ausgebranntsein der Kohle vorliegen können. Diese Fehler nehmen prozentual mit der Länge der Versuchszeit ab, so daß genauere Kohlenverbrauchsmessungen längere Versuchsfahrten erfordern. Ein ortsfester Prüfstand würde sich darin nicht anders verhalten. Die Ölverbrauchsmessungen bei Diesellokomotiven sind einfacher und nicht so sehr an lange Versuchsdauer gebunden, weil man bei eingeteilten Ölstandsgefäßen den Verbrauch recht genau ablesen kann.

Die Wassermessung geschieht entweder durch Wasserstandsmessung in dem vorher geeichten Tender mittels der Mefslatte auf einem als wagrecht bekannten Bahnhofgleisstück oder durch Ablesung eines in die Druckleitung eingeschalteten Scheibenwassermessers von Siemens & Halske oder Bopp & Reuther oder auch gleichzeitig auf beide Arten. Die Lattenmessung ist, wenn der Tenderwasserboden wirklich zu Anfang und Ende der Mefstrecke genau wagrecht steht, nachdem das Eichen des Tenders und Einteilen der Mefslatte unter der gleichen Bedingung vorgenommen war, eine recht genaue, da, selbst wenn die Mefslatte nicht genau senkrecht eingetaucht wird, eine kleine Abweichung vom Lot einen Cosinuswert ergibt, der praktisch genau gleich Eins ist. Die neuerdings eingeführte Wasseruhr befreit von der Gebundenheit der Wassermessung an bestimmte wagrechte Stellen; sie hat weiter den Vorzug, daß sich ihre Umdrehungszahl auf elektrischem Wege (in Mengen von 50 Litern) auf den Mefstreifen im Mefswagen übertragen läßt und somit der Verbrauch auch hier erkennbar wird. Von dieser Möglichkeit ist bei unseren Mefswagen Gebrauch gemacht. Allerdings weisen dafür die Wassermesser selbst eine Fehlermöglichkeit auf, die nach dem bekannten Gramberg'schen Werke über »Technische Messungen« bis zu 2 v. H. angenommen werden kann**).

Endlich ist im Zusammenhang mit der Arbeits- und Leistungsmessung noch die Unterteilung von Weg und Zeit in solche unter Dampf und ohne Dampf zu erwähnen. Das Geöffnetsein des Reglers wird zu diesem Behuf im Mefswagen durch das Leuchten einer kleinen Glühlampe kenntlich gemacht, deren Kontakt am Reglerhebel der Lokomotive angebracht ist. In dieser Kontaktleitung läßt sich eine Uhr so verwenden, daß die Arbeitszeit und der Weg unter Dampf gegenüber der Gesamtfahrzeit erkenntlich wird. Hiernach läßt sich von der Gesamtzeit und Durchschnittsleistung auf der gesamten Strecke, wie sie früher allein festgestellt wurde, noch unterscheiden Zeit und Durchschnittsleistung unter Dampf. Beide Werte können, namentlich wenn längere Gefälle in der Strecke vorkommen, wesentlich von einander verschieden sein, und es kann so einer Unterschätzung der Lokomotivleistung vorgebeugt werden; eine Gefahr, die indes nicht allzu groß ist, weil bei ja voller Anstrengung der Lokomotive die genommenen Dampfdiagramme die erreichbare Leistung erkennen lassen. Um die Zughakenarbeit möglichst fehlerfrei festzustellen, muß noch die Vorsicht gebraucht werden, daß das Zählwerk des Mefstischplanimeters beim Schließen des Reglers, also Erlöschen der Lampe, abgeschaltet wird, damit nicht die oben behandelte Vorspannung Einfluß gewinnt und

*) Nordmann, Wärmeschutz bei Dampflokomotiven, V. D. I. 1926, S. 733.

**) A. a. O. 5. Aufl. 1923, Abb. 135, S. 208.

eine von der Lokomotive tatsächlich gar nicht geleistete Arbeit entsprechend dieser kleinen Zugkraft mitgemessen wird.

Temperaturmessung.

Von wesentlicher Bedeutung für die Untersuchung von Dampf- und Diesellokomotiven ist die Beobachtung einer größeren Anzahl von Temperaturen. Die Messung der Temperaturen kann naturgemäß nur an den betreffenden Stellen der Lokomotive selbst erfolgen; gleichwohl ist ihre Messung nicht nur systematisch, sondern auch deshalb beim Versuchswagen mit zu behandeln, weil die Beobachtung und Registrierung in seinem Innern erfolgt.

Bei Dampflokomotiven handelt es sich dabei zunächst vornehmlich um die Temperatur des Heißdampfes, die bei den wissenschaftlichen Versuchen mit größerer Genauigkeit festzustellen ist als sie die üblichen Pyrometer des Betriebes besitzen. Bei unseren deutschen Versuchen wird im Gegensatz zu den amerikanischen*) nicht nur die Dampftemperatur im Überhitzersammelkasten, sondern auch diejenige im Schieberkasten festgestellt. Der Temperatur des in die Maschine eintretenden Dampfes ist zur Feststellung des nutzbaren Wärmegefälles die Auspufftemperatur gegenüber zu stellen. Weiterhin müssen für die thermische Beurteilung der Lokomotive die Speisewassertemperaturen festgestellt werden. Für die Messung der Wassertemperatur im Tender genügt ein gewöhnliches Thermometer. Die schnelleren Schwankungen unterliegende Temperatur des vorgewärmten Speisewassers wird dagegen durch gleichartige Thermometer gemessen wie die Dampftemperaturen.

Dienen die bisher genannten Temperaturen zur Beurteilung der Dampfseite der Lokomotive, so ist weiterhin die Rauchkammertemperatur als Beweis dafür festzustellen, daß der Kesselwirkungsgrad nicht durch zu hohe Temperatur der Auspuffgase beeinträchtigt wird. Die Rauchgastemperaturen werden nicht nur an einer Stelle in der Rauchkammer gemessen, sondern wenigstens an zwei Stellen, nämlich vor der Rauchkammerrohrwand und unter dem Schornstein. Es ist nicht schwierig, im Bedarfsfalle auch die Temperatur an weiteren Stellen zu ermitteln. Dies könnte etwa in Frage kommen, wenn man einen ungleichmäßigen Durchzug der Heizgase durch das Rohrsystem vermutet.

Alle die genannten Thermometer sind Platinwiderstandsthermometer von Heräus in Hanau am Main; sie haben sich für die in Rede stehenden Temperaturen (durchweg unter 500°C) ausgezeichnet bewährt. Die Ablesung und Aufzeichnung der Temperaturen im Mefswagen geschieht nach dem System der Wheatstoneschen Brücke. Die Apparate sind von Siemens & Halske in Berlin-Siemensstadt, geliefert und zwar sind, wie die Textabb. 4 und 5 zeigen, zunächst fünf Dreifarbenschreiber für je drei Mefsstellen aufgestellt, die also 15 Temperaturen bei 10 Sek. Phase in Abständen von 30 Sekunden registrieren. Die Apparate sind mit dem Schaltkasten auf dem zweiten Mefstisch angeordnet, dessen oberer Rahmen noch das Ableseinstrument und die Zeiger für den Kohlensäure- und Kohlenoxydgehalt der Rauchgase trägt, die zum Siemensschen Rauchgasprüfer gehören.

Durch geeignete Umschalter ist dafür gesorgt, daß jede an die Temperaturschreiber angeschlossene Leitung auf das erwähnte Ableseinstrument jederzeit geschaltet werden kann, so daß man auch in jedem Augenblick in der Lage ist, eine Kontrolle bzw. eine schnellere Ablesung zu haben. Damit die elektrischen Widerstände unverändert bleiben und also eine Umregulierung der Temperaturzeiger im Mefswagen unter keinen Umständen erforderlich wird, sind die folgenden beiden Maßnahmen getroffen: einmal wird stets dasselbe transportable

*) Nordmann, Amerikanische Normen für Leistungsversuche an Lokomotiven, Z. V. D. I. 1924, S. 172, Organ 1924, S. 304.

Kabel von der Lokomotive zum Mefswagen benutzt. Dieses Kabel muß naturgemäß von ausreichender Länge für die längste Lokomotive mit Tender sein, da die Mefsstellen überwiegend in und neben der Rauchkammer liegen; für kürzere Lokomotiven wird es dann in entsprechenden Wellen oder Rollen aufgehängt. Um zweitens den Lokomotiv-Mefswagen in beiden Fahrrichtungen benutzen zu können, war es erforderlich, den Verteilungspunkt der in Rede stehenden elektrischen Leitungen in die Wagenmitte zu legen. Von den beiden Kabelanschlüssen an den beiden Stirnenden des Wagens, die also den Stecker der transportablen Lokomotivleitung aufnehmen, führen deshalb die Leitungen unter Holzleisten verdeckt bis in die Mitte des Mefswagens und erst von hier aus zum Mefstisch.

Angesichts der Notwendigkeit, in kurzer Zeit eine Reihe von Temperaturen aufzeichnen und ablesen zu müssen, kommt für die Messung der Widerstandsänderung des Stromes im Platinthermometer nur die Ausschlagmethode der Brückenschaltung in Betracht*). Bei dieser hängt der Ausschlag des (hier gleich nach Grad Celsius geteilten) Galvanometers nicht nur von der Temperatur des Widerstandes, sondern auch von der Spannung der Mefsbatterie ab. Die Mefsbatterie (4 V) wird aus einer entsprechenden Spannungsstufe der Lichtbatterie geladen; zum Ausgleich kleiner Spannungsschwankungen dienen regelbare Vorschaltwiderstände vor den Temperaturschreibern und ein Prüf-Normalwiderstand $= 250^{\circ}$, der öfter zur Kontrolle eingeschaltet wird und dann 250° Anzeige bewirken muß.

Vom dem sinnreichen Siemensschen Mehrfarbenschreiber gibt die Textabb. 8 eine Vorstellung**), D ist die Galvanometer-

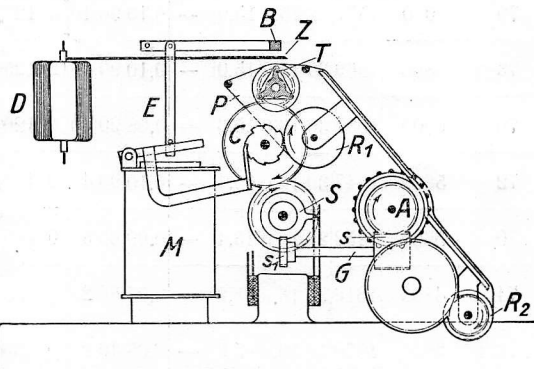


Abb. 8. Einrichtung des Mehrfarbenschreibers von Siemens & Halske. An Stelle des Uhrwerks wird ein von einer Hauptuhr gesteuerter Elektromagnet M verwendet, der den Fallbügel B betätigt, den Mefstellenumschalter S antreibt und auch den Papiertransport ausführt. Die Farbbänder liegen nebeneinander auf dem Prisma T, das nach jeder Richtung um 120° Winkelgrade gedreht wird.

spule mit dem etwas federnden Zeiger Z, der durch den Fallbügel B, der durch den Elektromagneten M gesteuert wird, alle zehn Sekunden niedergedrückt wird und auf den scharfen Prismenkanten mit Hilfe der Farbbänder jeweils einen Punkt auf dem Registrierpapier erzeugt. Bei den marktgängigen Instrumenten findet der Vorschub des Registrierpapiers (Temperaturmefsstreifen) proportional der Zeit durch eine Hauptuhr statt; beim Lokomotiv-Mefswagen ist Vorsorge getroffen, daß die Temperaturmefsstreifen auch proportional dem Wege in gleicher Weise wie der Zugkraftstreifen vorrücken.

Es wäre noch zu bemerken, daß die Anbringung der empfindlichen Widerstandsthermometer (durch Anbohrung der Wandungen) mit der gehörigen Sorgfalt vorgenommen werden muß. Vor allem müssen die eigentlichen Mefsstellen der Widerstandsthermometer durchweg von den auf ihre Temperatur zu

*) Dr. Ing. Keinath, Elektrische Temperatur-Mefgeräte, München und Berlin 1923, S. 86.

**) A. a. O. S. 202.

prüfenden Dämpfen oder Gasen umspült sein, und sie dürfen nicht mit anders temperierten Wandungen in Berührung kommen. So waren anfängliche offensichtliche Fehler bei den Temperaturen des Heißdampfes im Sammelkasten nur dadurch zu erklären, daß das betreffende Thermometer so tief in die Sammelkammer hineingesteckt war, daß es die kühleren Grenz wandungen nach der Nafsdampfkammer berührte.

Druckmessung.

Zu der Beobachtung der Temperaturen gesellt sich weiterhin die Beobachtung der Drücke; diese erfolgt auf der Lokomotive selbst ohne Übertragung in den Meßwagen, aber allerdings auf die vom Meßwagen aus gegebenen Signale. Beobachtet werden der Kesseldruck, der Schieberkastendruck und bei Verbundlokomotiven der Verbinderdruck, wozu

die gewöhnlichen Manometer nach Vergleich mit dem Prüfmanometer genügend genau sind, weiterhin der Blasrohrdruck, der unter Umständen bei unseren weiten Blasrohren recht tief liegt und deshalb stets mit einem großen und genauer geteilten Manometer für niedrige Drücke beobachtet wird. Weiterhin werden die Unterdrücke in der Rauchkammer, in der Feuerbüchse und im Aschkasten gemessen. Diese Drücke werden einfach in Millimeter Wassersäule mit U-förmig gebogenen Glasröhren festgestellt. Die U-Röhre sind auf einem Brett vereinigt, das neben dem Reglerhebel an der Stehkesselrückwand aufgehängt ist und also gut im Gesichtskreis des neben dem Lokomotivführer stehenden Beobachters liegt. Dieser notiert für jeden Beobachtungspunkt auch die Steuerungslage, also die Füllung im Dampfzylinder. Aus diesen Einzelablesungen werden nach Zusammenstellung 1 die Mittelwerte

Zusammenstellung 1.

Muster für die Aufschreibungen bei den Lokomotivversuchen.*)

Versuchsfahrten mit der 2C1-h2-Sz-Einh.-Lokomotive Nr. 01001; Gattung S 36.20; Versuchseinrichtung: Allgemeine Erprobung.

Seite 1, Zug Nr. 4412 am 10. VI. Wetter: Regen. Barometerstand: 738 mm. Lufttemperatur: 17°C. Wasser im Tender: 16°C.

Zuglast ab . . . , 70 Achsen 723 t; ab . . . Achsen; Zustand der Schienen: nafs.

Diagramm Nr.	Ort km	Geschwindigkeit km/h	Zugkraft am Tenderzughaken kg	Nutzleistung		Dampfdruck				Unterdruck				Temperaturen °C							CO ₂ am S. u. H. Apparat %	CO %	Ort	Zeit	Fahrzeit		Planimeterstand (const.) 0,475 100 mm ²	Stand der Leistungszähler	
				PS _e	%	im Kessel at	im Schieberkasten at	im Verbinder at	im Blasrohr at	Rauchkammer mm	Feuerbüchse mm	Aschkasten mm	Schornstein unten mm	Rauchkammer Mitte mm	Rauchkammer hinten mm	Rauchkammer vor den Heizröhren mm	Heißdampfkammer mm	Schieberkasten mm	Verbinder mm	Ausströmung mm					Speisewasser Vorwärmer Eintritt mm	Speisewasser Vorwärmer Austritt mm			Min.
115	70	6000	1557	32	15,6	15,0	—	0,10	90	40	0	120	340	378	328	388	384	—	128	20	90	13,6	0,3	Erf ab	7 29	0	0	7225,40	Weg unter Dampf
117,5	73	5800	1569	30	15,6	15,0	—	0,10	90	48	0	125	342	375	323	392	388	—	130	22	90	12,5	2,3						
120	70	6000	1557	30	16,0	15,3	—	0,08	90	40	0	120	345	376	324	392	390	—	134	20	92	10	3,0						
122,5	72	5800	1547	30	16,0	15,4	—	0,10	90	40	0	110	352	375	326	396	394	—	138	20	83	12,5	2,3						
125	70	5600	1452	28	16,0	15,4	—	0,09	80	38	0	100	352	380	328	400	398	—	138	18	80	11,8	3,3						
127,5	74	4800	1316	25	15,8	15,2	—	0,07	60	28	0	85	348	383	326	406	403	—	138	18	72	16	0,2					800,00	
130	76	3800	1070	18	16,0	15,6	—	0,05	40	20	0	55	336	370	325	398	396	—	132	20	70	16,2	0,5						
132,5	74	3400	931	18	16,0	15,5	—	0,05	35	18	0	55	325	355	302	390	388	—	126	20	65	16,2	0,1						
135	64	5000	1186	22	16,0	15,6	—	0,06	50	22	0	80	320	355	302	386	384	—	126	20	68	16,0	0,6			33	31		
Mittel				26	15,9	15,4	—	0,07	69	33	0	94	340	372	319	394	392	—	132	20	79	—	—	Lk an	8 02			8025,40	31,5

Zusammenstellung der Leistungen und des Stoffverbrauchs.

Verdampfungsheizfläche 238 m². Rostfläche 4,5 m².

Datum	Be-förderter Zug		Strecke		Fahrweg		Fahrzeit		Mittlere Geschwindigkeit		Stoffverbrauch in kg						Inhalt des Zugkraftdiagramms const. 0,475 mm ²	Mittlere Leistung am Zughaken bezogen auf		Verfeuerter Brennstoff (Probe Nr.)	Rauchgasanalyse (Orsat)				Luftüberschusszahl	Feuerungs-rückstände							
	Nr.	Achsenzahl	von	bis	gesamt	unter Dampf	gesamt	unter Dampf	ganze Strecke	Dampfstrecke	Wasser			Kohlen				Gesamt-fahrzeit	Dampf-fahrzeit		CO ₂	CO	O ₂	H ₂		Rauchkammerlösch	Asche	Schlacke	Zusammen				
											im ganzen	je 1 m ² Heizfl. u. Std.	auf 1 PS _e -h	auf 1 PS _i -h	im ganzen	je 1 m ² Rostfl. u. Std.														auf 1 PS _e -h	auf 1 PS _i -h		
10. VI. 1926	4412	70	723	Erf	Lk	33	31,5	33	31	60	61	5900	45	9,32	—	750	304	1,19	—	7,9	2	80000	1150	1225	Westf. St. Zeche Schlägel u. Eisen	13,8	0,4	5,4	0,3	1,34	—	—	—

*) Das vollständige Protokoll enthält noch einige, wenn auch bisher nur selten benutzte Spalten mehr.

33
70
2310 var km. 750 123.1
32,5 pr. 100 var km
profil?

gebildet; die Verbrauchszahlen treten nur einmal, oder jedenfalls nur für wenige grössere Streckenabschnitte auf. Diese endgültige Zahlengruppe für eine Fahrt erscheint dann in Zusammenstellung 2 als eine wagrechte Zeile.

Rauchgasuntersuchung.

Zur Untersuchung des Verbrennungsvorganges sind die beiden Lokomotiv-Mefswagen mit Einrichtungen zur Rauchgasprüfung versehen, die also den Kohlen säuregehalt, den Luftüberschuss, sowie das etwaige Vorhandensein von Kohlenoxyd feststellen sollen und die unter anderm bei der Ermittlung des Einflusses der Feuerschichthöhe auf die Güte der Verbrennung gute Dienste geleistet haben. Jeder Wagen führt zunächst den bekannten Orsatapparat mit sich, der an der Stirnwand bzw. — beim Mefswagen 2 — an der diesem zugekehrten Wand des Mefabteils angebracht ist. Die Heranschaffung des Gases aus der Rauchkammer wurde ursprünglich durch eine Leitung mit Verbindungsschlauch mit der Gummifufspumpe bewirkt; mit dem Gas wurde ein großer, von der Decke herabhängender Gummibeutel gefüllt. Bei dieser Art der Füllung kann es sich naturgemäß nur um Durchschnittsanalysen handeln, wie auch aus dem weiteren Grunde, daß die Orsatanalysen zu ihrer Durchführung längere Zeit in Anspruch nehmen. Den Orsatapparat im einzelnen zu beschreiben, ist hier nicht der Raum. Es sei aber daran erinnert, daß er im wesentlichen ein Absorptionsapparat ist, indem aus einer bestimmten Probe Rauchgas in geeigneten Glasgefäßen die Kohlen säure durch Kalilauge, der Sauerstoff durch Pyrogallensäure und das Kohlenoxyd durch Kupferchlorür unter Volumenverminderung absorbiert wird. Angesichts einer gewissen Tragheit der Chorürlösung und der Möglichkeit, daß diese dann bei den Erschütterungen des Wagens Kohlenoxydgas wieder losläßt, werden jetzt Kohlenoxyd und Wasserstoff nach nochmaliger Luftzufuhr durch Verbrennung über Palladiumasbest als Katalysator als weitere Kohlen säure und Wasserdampf festgestellt.

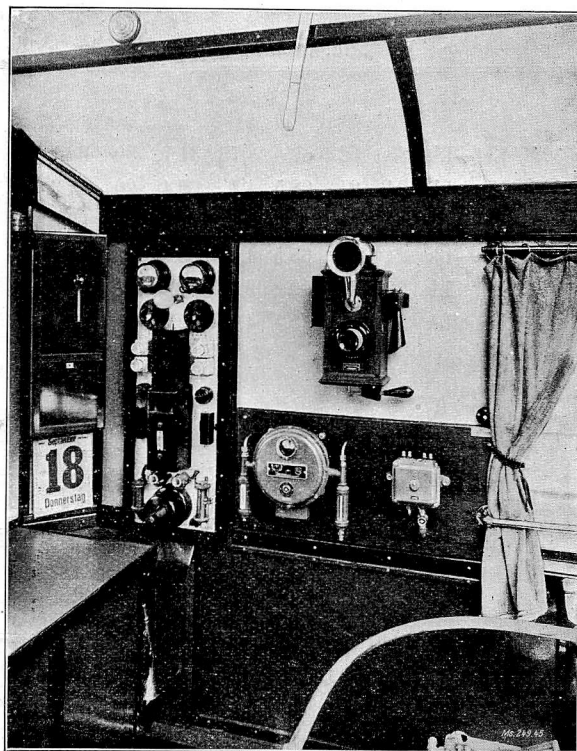
Der Orsatapparat arbeitet recht gut und genau, hat aber, wie schon angedeutet, durch den großen Zeitbedarf der Analyse den Nachteil, schnellere Veränderungen in der Zusammensetzung der Rauchgase nicht kenntlich zu machen. Es wurde deshalb schon seit Jahren versucht, daneben eine schnellere Methode der Rauchgasuntersuchung anzuwenden, doch erwiesen sich alle derartigen Einrichtungen aus dem ortsfesten Kesselbetrieb bis vor nicht langer Zeit hinsichtlich ihrer Geeignetheit oder überhaupt Anwendungsmöglichkeit den Schwankungen des Wagenkastens nicht gewachsen. Auch der längere Zeit erprobte Duplex-Monoapparat von Maihak, Hamburg, der die große Annehmlichkeit besitzt, Kohlen säure und Kohlenoxyd selbstständig zu registrieren, war auf die Dauer nicht genügend zuverlässig, da bei den Pendelungen des Apparates im Mefswagen der Schreibstift öfters aussetzte.

Als eine gute Lösung hat sich nunmehr der Siemens-Rauchgasprüfer herausgestellt, der zuerst im Mefswagen 2 eingebaut wurde, und nachdem er sich hier bewährt hat, auch in dem anderen Mefswagen angeordnet wird. Der Siemens-Rauchgasprüfer wirkt im Gegensatz zu der mehr chemischen Wirkung des Orsatapparates in rein physikalischer Art. Die Hauptwirkung besteht darin, daß der Widerstand eines Heizdrahtes, der in eine Wheatstonesche Brücke mit Ableeschaltung eingefügt ist, seinen Widerstand in einer Atmosphäre von Gasen ändert, welche die Wärme gut ableiten, und in denen der Draht also im Vergleich zur atmosphärischen Luft kühler bleibt. Ein solches Gas ist Kohlen säure, und die beiden Vergleichmefdrähte liegen in je einer Höhlung desselben Metallklotzes, von denen die eine mit atmosphärischer Luft erfüllt ist, während durch die andere das Rauchgas mit seinem Kohlen säuregehalt durchgesogen wird. Das Durchsaugen geschieht durch eine kleine Saugpumpe, deren Motor die elektrische

Arbeit aus der Lichtbatterie empfängt. Die Teilung des Anzeigeinstrumentes ist nach Hundertteilen Kohlen säure ausgeführt. Für die Kohlenoxydmessung, die gerade als Beweis vollständiger Verbrennung von erheblicher Wichtigkeit ist, wird der Umstand benutzt, daß bei höherer Temperatur eines solchen Platinwiderstandheizdrahtes das Kohlenoxyd durch zusätzlichen Luftsauerstoff wieder in Kohlen säure überführt wird, wobei die Drahttemperatur steigt.

Der Siemens-Rauchgasprüfer, der in Textabb. 4 und 9 erkennbar ist, hat sich recht gut bewährt, und nur wenn ausnahmsweise Wasserstoff in den Verbrennungsgasen auftritt, wird seine Anzeige unzuverlässig, weil der Wasserstoff das Gas mit dem besten Wärmeleitvermögen ist und deshalb schon in mäßigen Mengen störend wirkt. Wegen der Einzelheiten muß auf die Literatur verwiesen werden*).

Der Rauchgasprüfer von Siemens & Halske ist auch für die Untersuchung der Abgase von Diesellokomotiven — in



Schalttafel für Beleuchtung Fernsprecher zur Lokomotive Geber für CO₂-Prüfer

Abb. 9. Vordere Ecke des Mefabteils.

diesem Fall muß allerdings nicht von Rauchgas-, sondern von Verbrennungsgasanalyse gesprochen werden — nicht zu entbehren. In gleicher Weise wie für die Kohle auf dem Rost kommt es hier für das Öl im Zylinder auf den Verbrennungsvorgang an, außerdem muß auch hier für die wissenschaftliche Untersuchung die Feststellbarkeit der Luftüberschusszahl gefordert werden. Die Zusammenstellung 2 zeigt, wie sämtliche Mefsergebnisse zu einer erschöpfenden Übersicht über eine ganze Versuchsreihe zusammengefaßt sind.

Allgemeine Anordnung des Mefraumes, sonstige Ausrüstung.

Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung ist hervorzuheben, daß die beiden Mefstische, also der Zugkraft- und der Temperaturmefstisch, in einer Richtung liegen, und zwar außer-

*) Keinaeth, Elektrische Temperaturmefgeräte, S. 112; Druckschrift von Siemens & Halske

Zusammen-
Zusammenstellung der Versuchsfahrten
Lok. Nr. 01001 S 36.20.

Datum	Versuchszug			Strecke	Entfernung km	Fahrzeit Min.	Mittlere Geschwindigkeit km/h	Mittlere Steigung ‰	Unter Dampf				Inhalt des Zugkraftdiagramms 100 mm ²	Bezogen auf Gesamtweg und -zeit in PS _e			Bezogen auf Dampfweg und -zeit in PS _e			Indizierte Leistung PS _i	Mechanischer Wirkungsgrad ‰	Mittlere Zugkraft in t bezogen auf			Mittlerer Dampfdruck in at ÜD			
	Nr.	Achsenzahl	Gesamtgewicht t						Weg km	Fahrzeit Min.	Mittlere Geschwindigkeit km/h	Mittlere Steigung ‰		Mittlere Leistung	Steigungsleistung der Lokomotive	Gesamtleistung auf die Ebene	Mittlere Leistung	Steigungsleistung der Lokomotive	Gesamtleistung auf die Ebene			Gesamtweg	Dampfweg	Mittlere Füllung	Kessel	Schieberkasten	Verbinder	Blasrohr
14 at Kesseldruck																												
16. IV.	4078	30	307	Erf—Lk	33	32	62	3,73	31,7	30	63,5	3,85	375,35	556	145	701	593	154	747	—	—	2,43	2,53	21	14,1	12,6	—	0,12
	4079	30	307	Eis—Lk	24	21	68,5	4,4	22,4	20	67,3	4,75	272,35	616	188	804	646	200	846	—	—	2,42	2,60	21	14	12,7	—	0,13
	4081	30	307	Erf—Lk	33	32	62	3,73	31,8	30	63,6	3,85	423,10	628	145	773	670	154	824	—	—	2,74	2,84	21	14,1	12,8	—	0,13
	4080	30	307	Eis—Lk	24	22	65,5	4,4	22,3	21	63,7	4,75	279,95	604	180	784	633	192	825	—	—	2,49	2,68	21	13,9	13,2	—	0,13
17. IV.	4078	22	220	Erf—Lk	33	33	60	3,73	31,4	31	60	3,85	366,75	511	137	648	560	147	707	—	—	2,37	2,49	21	14,1	12,5	—	0,11
	4079	22	220	Eis—Lk	24	22	65,5	4,4	22,2	21	63,6	4,75	185,50	400	180	580	420	190	610	—	—	1,65	1,78	20	14	11,2	—	0,10
16 at Kesseldruck																												
8. VI.	11044	58	610	Ahb—Hl	161	128	75,4	—	144,8	115	75,4	—	2397,75	890	—	—	992	—	—	—	—	3,18	3,53	26	15,4	13,4	—	0,15
	—	—	—	Hl—Wf	32	35	54,8	—	26,6	29	55	—	486,05	660	—	—	796	—	—	—	—	3,24	3,90	—	—	—	—	—
	—	—	—	Wf—Erf	77	66	70	—	64,5	57	68	—	1257,05	905	—	—	1050	—	—	—	—	3,48	4,16	24	15,2	14,6	—	0,11
9. VI.	4412	58	610	Erf—Lk	33	35	56,6	3,73	31,4	33	57	3,85	706,85	960	133	1093	1020	138	1158	—	—	4,57	4,80	24	15,7	15,2	—	0,09
	4413	58	610	Eis—Lk	24	23	62,6	4,4	22,2	21,5	62	4,75	674,70	1390	172	1562	1490	186	1676	—	—	6,00	6,49	33	16,2	15,5	—	0,12
	4414	50	524	Erf—Lk	33	32	61,8	3,73	31,4	30,5	61,8	3,85	572,30	850	145	995	892	150	1042	—	—	3,70	3,89	20	16,2	15,3	—	0,05
	4415	50	524	Eis—Lk	24	22	65,4	4,4	22,2	21	63,4	4,75	469,90	1007	180	1187	1055	190	1245	—	—	4,18	4,51	23	16,4	15,9	—	0,07
10. VI.	4412	70	723	Erf—Lk	33	33	60	3,73	31,5	31	61	3,85	800,00	1150	141	1291	1225	148	1373	—	—	5,09	5,50	26	15,9	15,4	—	0,07
	4413	70	723	Eis—Lk	24	22,5	64	4,4	22,2	21,5	62	4,75	794,80	1680	176	1856	1755	186	1941	—	—	7,06	7,64	41	15,8	14,8	—	0,27
	4414	62	650	Erf—Lk	33	32	61,8	3,73	31,4	31	60,8	3,85	732,40	1085	145	1230	1120	147	1267	—	—	4,74	4,98	26	16	15,6	—	0,10
	4415	62	650	Eis—Lk	24	22	65,4	4,4	22,2	21	63,5	4,75	603,00	1300	180	1480	1362	190	1552	—	—	5,36	5,80	29	16,1	15,5	—	0,14

Bemerkungen: Ahb = Anhalter Bf. Hl = Halle. Wf = Weissenfels.

halb der Wagenmitte derart aufgestellt sind, daß auf der einen Seite der Meßstische ein wesentlich breiterer Gang entsteht als auf der anderen. Der Aufenthalt in dem schmalen Gang ist den beiden Beobachtern vorbehalten, während der breitere Gang den Versuchsteilnehmern — bis zu einer nennenswerten Anzahl herauf — Gelegenheit bietet, den Verlauf der Versuche ohne Störung der Beobachter zu verfolgen. Dies wird noch dadurch erleichtert, daß die meisten manometerartigen Apparate, so auch der Geschwindigkeitsmesser, doppelseitige Zifferblätter haben.

Es mag hier noch erwähnt werden, daß die eine Hälfte des Zugkraftmeßtisches für den späteren Einbau eines Druckkraftmessers frei gelassen wurde, wie aus der Textabb. 4 zu ersehen ist. Eine befriedigende Lösung hierfür ist noch nicht gefunden worden. Die Schwierigkeit liegt darin, daß die Druckkraft im Gegensatz zu der Zugkraft nicht an einer Stelle entsteht, sondern die Summe der unter Umständen recht ungleichen Drücke beider Puffer darstellt. Der Mangel eines

Druckkraftmessers ist jedoch noch nicht als lästig in Erscheinung getreten, weil es für die verhältnismäßig wenigen Fälle, wo im wirklichen Betriebe Druckkräfte, von der Lokomotive veranlaßt, auftreten, (Druckkraft der schiebenden Steilrampenlokomotive oder Bremskraft einer Zuglokomotive mit Gegendruckbremse) möglich ist, durch Ziehen oder Herabhängenlassen des Zuges diese Kraft umgekehrt als Zugkraft zu erhalten; über derartige Versuche habe ich in meinen Aufsätzen über Lokomotivbetrieb auf Steilrampen und über die Gegendruckbremse im Hauptbahnbetrieb in dieser Zeitschrift in den Jahren 1924 und 1925 berichtet.

Die Trennungswand zum Beratungs- und Aufenthaltsraum des Meßwagens wird durch einen Schrank gebildet, ebenso befindet sich nach der Endbühne zu ein niedriger, nur bis zum Fenstersims reichender Schrank. Die Schränke sind bestimmt für die Aufnahme der Indikatoren, Leistungsmesser, des Rollpapiers, der Chemikalien und Werkzeuge. Auf dem niedrigen Schrank ist auch eine kleine elektrisch angetriebene Bohr-

stellung 2.
und Beobachtungsergebnisse (Mefswagen 2).
Zweck des Versuches: Allgemeine Erprobung.

Mittlerer Unterdruck in mm Wassersäule	Mittlere Temperaturen in °C										Materialverbrauch in kg						Verdampfungsziffer	Anzahl der Luftpumpenhübe	Dampfverbrauch der Luftpumpe kg Dampf zur Maschine nach Abzug des Dampfes zur Luft- und Wasserpumpe	Dampfverbrauch pro PS _e /Std. bezogen auf die Ebene und Dampfweg und -zeit nach Abzug des Dampfes zur Luft- und Wasserpumpe	Rauchgas-Analyse				Luftüberschusszahl	Blasrohr- und Schornstein-Abmessungen	Zustand der Schienenoberfläche
	Rauchkammer		Speisewasservorwärmer		Verd. Heizfl. 238 m ²			Rostfl. 4,5 m ²			in %																
	Feuerbüchse	Aschkasten	Mitte	hinten unten	Rauchkammer hinten oben	Überhitzerkammer	Schieberkasten	Verbinder	Ausströmung	Eintritt	Austritt	im Ganzen	für 1 m ² Heizfläche und Std.	für 1 PS _e und Std.	für 1 PS _i und Std.	Dampfverbr. pro PS _e /Std. bezogen auf die Ebene					im Ganzen	für 1 m ² Rostfläche und Std.	für 1 PS _e und Std.	CO ₂			

14 at Kesseldruck

31	13	+2	291	340	277	367	365	—	106	—	—	4300	35	14,5	—	11,5	—	—	—	—	—	—	—	100	10	4290	11,47	14,4	0,2	6	0,1	1,4	trocken
36	16	0	297	342	282	361	359	—	107	—	—	3170	38	14,7	—	11,25	—	—	—	—	—	—	—	100	10	3160	10,7	13,4	0,6	5,6	0,2	1,36	"
35	17	+1	303	341	280	373	372	—	107	—	—	4300	34	14,44	—	10,45	—	—	—	—	—	—	—	160	20	4280	10,4	14	0,2	6,5	0	1,45	"
41	21	+1	299	341	282	368	362	—	106	—	—	3120	36	14,1	—	10,85	—	—	—	—	—	—	—	200	22	3100	10,73	13,4	0,1	6,8	0	1,47	"
33	16	1	288	335	280	354	352	—	100	—	—	3900	30	13,45	—	10,95	—	—	—	—	—	—	—	240	26	3874	10,55	15,5	0,2	4,9	0,1	1,3	"
25	11	+2	286	336	275	354	352	—	102	—	—	2870	33	19,6	—	13,5	—	—	—	—	—	—	—	200	22	2848	13,3	14,4	0,2	5,2	0,1	1,32	"

16 at Kesseldruck

66	25	+2	320	350	303	—	361	—	128	21	89	19240	38	10,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	nafs	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4800	34,5	12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"
62	32	+2	312	352	309	374	373	—	118	18	90	9400	36	9,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	"
54	24	3	323	358	308	381	373	—	116	17	80	5900	42	10,55	—	9,25	790	302	1,41	7,48	300	32	5750	9,03	12,6	0,4	7,0	0,5	1,5	1,68	1,5	1,5	trocken	
103	37	5	361	379	330	395	391	—	138	18	95	5470	60	10,2	—	9,14	800	465	1,50	7	280	30	5320	8,86	13,2	0	6,4	0,1	1,43	1,43	1,43	"		
40	15	+1	336	356	296	389	375	—	116	19	76	4600	36	10,17	—	8,67	650	272	1,44	7,08	300	32	4468	8,44	14	0,2	6,0	0,2	1,4	1,4	1,4	"		
55	24	1	341	359	303	380	380	—	114	20	85	3730	43	10,1	—	8,6	620	375	1,66	6,2	260	30	3620	8,3	14	0,2	4,6	0,9	1,28	1,28	1,28	"		
69	33	0	340	372	319	394	392	—	132	20	79	5900	45	9,32	—	8,3	750	304	1,19	7,9	320	35	5745	8,1	13,8	0,4	5,4	0,3	1,34	1,34	1,34	nafs		
159	60	8	382	409	359	410	409	—	170	20	101	5690	64	9,1	—	8,18	750	445	1,2	7,8	325	35	5535	7,95	13	0,6	5,6	0,2	1,35	1,35	1,35	"		
75	31	1	348	373	304	398	397	—	130	—	—	5650	45	9,76	—	8,6	730	304	1,26	7,7	500	55	5595	8,52	15	0,7	3,8	1,2	1,22	1,22	1,22	"		
102	44	3	364	378	292	402	400	—	139	—	—	4970	57	10,4	—	9,16	680	414	1,43	7,5	250	30	4810	8,9	14,4	1,6	3,6	0,4	1,2	1,2	1,2	"		

Erf = Erfurt. Lk = Leinakanal. Eis = Eisenach.

maschine sowie ein kleiner Schraubstock für unterwegs auszuführende kleinere Arbeiten angeordnet. Die Schmalseite des hohen Schrankes neben dem Durchgang enthält einen Venturiapparat von Siemens & Halske, welcher den durch die Heizleitung des Zuges gehenden Heizdampf zu messen gestattet*). Dieser Dampfmesser wurde eingebaut, um auch im Winter Versuche vor Personenzügen des öffentlichen Verkehrs ausführen zu können, ohne einerseits den Betrieb der Zugheizung zu stören, andererseits gleichwohl in der Lage zu sein, den der Lokomotivmaschine nicht zur Last zu legenden Heizdampf seiner Menge nach festzustellen.

Endlich befindet sich im Mefswagen noch eine kleine Wandtafel, sowie eine Vorrichtung zum Aufhängen graphischer Fahrpläne (herabhängend oder aufgerollt).

Wagenbauliche Anordnung des Mefswagens.

Während die bisherigen ausführlichen Erörterungen sich räumlich — mit Ausnahme der auf der Lokomotive anzubringenden

*) Über das Prinzip des Venturiapparates vergl. Gramberg, Technische Messungen, Berlin 1923, S. 201.

Einrichtungen — auf den Mefswagen bezogen, müssen zum Schluß auch dem Gesamtaufbau des Wagens (Abb. 1, Taf. 35) einige Worte gewidmet werden. Der zweite, große Raum neben dem Mefswagen ist der ebenfalls aus zwei früheren Abteilen hervorgegangene Beratungs- und Aufenthaltsraum. Er enthält bei dem neueren Mefswagen 2 einen Schreibtisch mit daneben stehendem Bücher- und Aktenregal und ein Ecksofa mit Tisch sowie mehrere Stühle. Die Platte des Schreibtisches ist umklappbar angeordnet und trägt auf ihrer Unterseite eine Schreibmaschine, über dem Schreibtisch befinden sich eine Uhr, ein Geschwindigkeitsmesser und ein Bremsleitungsdruckmesser, sowie endlich ein Quecksilberbarometer.

Das Vorhandensein eines Aufenthalts- und Beratungsraumes ist für den Mefswagenbetrieb außerordentlich angenehm, wie mir ganz besonders bei längeren Mitfahrten im russischen Mefswagen zum Bewußtsein gekommen ist, der einen solchen Raum nicht aufweist. Er gestattet, ohne durch den Mefsbetrieb immerhin etwas gestört zu werden, Besprechungen abzuhalten und bietet Gelegenheit, bereits unterwegs mit der Auswertung

und Zusammenstellung der Versuche zu beginnen oder sonst zu arbeiten. Er bildet auswärts auch einen behaglichen Aufenthalt für die Fahrtteilnehmer für den Abend nach Beendigung der Versuche und Arbeiten. Auch der ältere Lokomotiv-Mefswagen und derjenige für elektrische Lokomotiven enthalten einen solchen Aufenthaltsraum.

Der übrige Raum des neueren Mefswagens wird weiterhin von drei Abteilen mit vollständiger Schlafeinrichtung (nach Art der Schlafwagen) eingenommen, von denen der eine Raum für den Vorstand des Lokomotivversuchsamtes, die beiden anderen für drei Beamte bestimmt sind, während im Notfall auch noch das Sofa im Mefsabteil als Nachtlager für Hilfskräfte benutzt werden kann, wenn keine Übernachtungsräume auf der Station zur Verfügung stehen. Die Toilette neben dem Abteil des Vorstandes ist nicht ganz bis an den Seitengang herangeführt; der übrig bleibende Raum ist als Schrank für die Bettwäsche und Schutzkleider für die Mitfahrt auf der Lokomotive ausgebildet. Den Rest des Wageninnern — abgesehen von dem Seitengang — bildet endlich auf der Gangseite der Eckraum für die Warmwasserheizung nach Art der Schlafwagenheizung. Diese Heizung wird mit Kohle und nicht mit dem Dampf der Untersuchungsmaschine betrieben, um keine Fehlerquellen hineinzu bringen und außerdem von der Lokomotive unabhängig zu sein. Die andere Wagenecke neben der Endbühne, die bei den gewöhnlichen D-Zugwagen von dem Abort eingenommen wird, bildet eine winzige Küche mit Gaskocher, um unterwegs ein warmes Getränk zubereiten zu können.

Die Beleuchtung der Mefswagen ist selbstverständlich die elektrische, die in gleicher Art wie bei den D-Zugwagen mit eigenem Stromerzeuger angeordnet ist. Allerdings stellt dieser ebenso wie die zugehörige Batterie ein besonders großes Modell

dar, weil nicht nur die eigentliche Beleuchtung für eine zuverlässige Beobachtung der Apparate und dauernde Arbeitsmöglichkeit im Aufenthaltsraum eine besonders gute sein, sondern auch der Aufenthaltsraum häufig lange Zeit während des Stillstandes (im Gegensatz zu einem im Zuge laufenden und nur dann benutzten Wagen) erleuchtet sein muß. Der Gasbehälter dient nur dem Kochbetrieb.

Der ältere Lokomotiv-Mefswagen weicht in seiner Einrichtung dadurch ab, daß er nur ein (Voll-) Abteil 2. Klasse besitzt, in dem sich im Notfalle nach Schlafwagenart für vier Betten Platz schaffen läßt und ein weiteres Abteil 3. Klasse mit einer Miniaturwerkstatt und einer herabklappbaren Pritsche als gelegentliches Nachtlager für einen Mefwagenschlosser enthält. Die geringere Eignung dieses Wagens für auswärtige Übernachtungen ist nicht besonders störend, weil der ältere Mefswagen nicht so oft wie der neuere tagelang von Berlin abwesend ist; zudem bietet sich häufig Schlafgelegenheit im Übernachtungsgebäude der Station. Die Heizanlage (mit Gaskocher) und die Toilette vervollständigen die Inneneinrichtung dieses Wagens. Selbstverständlich sind beide Wagen mit Druckluftbremse ausgerüstet.

Die Benutzung der Wagen ist eine sehr rege; abgesehen von den durch die Überholung gegebenen Pausen sind sie beide fast ausnahmslos an fünf Tagen in der Woche im Betrieb. Die vollständige Veröffentlichung der Versuchsniederschriften mit ihren tabellarischen und zeichnerischen Anlagen würde bereits einige dickleibige Folianten füllen können. Über den betrieblichen Wert der Versuche und ihre erhebliche wirtschaftliche Auswirkung habe ich in meinem Aufsatz »Das Lokomotivversuchswesen der Deutschen Reichsbahn« in der »Reichsbahn« 1925, S. 506 einen Überblick gegeben.

Lokomotiv-Drehkrane mit Dieselmotorantrieb.

Von Obergerieur **Fr. Woeste**, Eberswalde.

Zur Erzielung der wirtschaftlich günstigsten Ausnutzung der Brennstoffe wird der bei Lokomotiv-Drehkranen bisher fast allgemein übliche Dampftrieb neuerdings durch Antrieb mit Verbrennungsmotoren ersetzt. Zur Verwendung gelangen Benzin-, Benzol- und Dieselmotore. Letztere gewährleisten die beste Ausnutzung der Brennstoffe und damit die geringsten Betriebskosten. Jeder unnötige Brennstoffverbrauch wird durch Abstellen des Motors in den Arbeitspausen vermieden. Bei geringerer Belastung wird weniger Brennstoff zugeführt.

Die bei Dampfkranen durch das Wasser- und Kohlennehmen unvermeidlichen Zeitverluste fallen fort; ebenso die Zeit für das Anheizen des Dampfkessels.

Die Lokomotiv-Drehkrane mit Dieselmotorantrieb (nachstehend kurz Dieselkrane genannt), haben infolgedessen von allen Kranen mit eigener Kraftquelle*) neben größter Wirtschaftlichkeit die größte Beweglichkeit, Unabhängigkeit und stete Betriebsbereitschaft. Ein weiterer Vorzug sind die vorzüglichen Rangierleistungen dieser Krane. Dies fällt besonders bei längeren Strecken sehr ins Gewicht. Die Dampfkrane erfordern beim Verschiebedienst zum Erholen des Kessels stets Atempausen; die Dieselkrane können ohne jeden Zeitverlust ununterbrochen Verschiebearbeiten erledigen und auch Lasten fördern.

Die allgemeine Anordnung der Dieselkrane entspricht der altbewährten Bauart der üblichen Dampfkrane; desgleichen sind die Tragfähigkeiten die gleichen. Gebaut werden die Dieselkrane für Stückgutverladung, für Betrieb mit Lasthebemagnet und zum Verladen von Massengütern mittels Selbstgreifers.

Die Tragfähigkeiten sind gewählt:

*) Vergl. Woeste, »Krane mit eigener Kraftquelle«, Z. d. v. D. I., Bd. 70, No. 9, 27. Febr. 26.

Für Stückgutverladung und Betrieb mit Lasthebemagnet: von 2 t bei 9 m Ausladung bzw. 3 t bei 7 m Ausladung bis 6 t bei 4,75 m Ausladung.

Für Greiferbetrieb: 3 t bei 7 m Ausladung.

Arbeitsgeschwindigkeiten:

Heben bis 3 t	etwa 30 m/Min.
(mit einfachem Hakengehänge bzw. Greifer)	
Heben über 3 bis 6 t	« 15 m/Min.
(mit Unterflasche)	
Drehen	» 2 mal/Min.
Einziehen	» 1 mal/Min.
Kranfahren mit Last	» 50 m/Min.
Kranfahren ohne Last	» 100 m/Min.

Die neuerdings an Kranen und Hebezeugen gestellten höheren Ansprüche bedingen, daß die Normaldampf- wie auch Dieselkrane mit größeren Ausladungen arbeiten. Zu diesem Zwecke wurde bei dem Kran Abb. 1 die Ausladung bei 2 t auf 10 m, bei 3 t auf 8,5 m, bei 6 t auf 5 m erhöht.

Der Motor — ein neuzeitlicher, mehrzylindriger kompressorloser Dieselmotor — besitzt eine Dauerleistung von etwa 32 PS bei 650 Umdrehungen/Min. Der Brennstoffverbrauch je PS und Stunde beträgt etwa 225 g. Ausgerüstet ist der Motor mit allen, für einen einwandfreien Betrieb erforderlichen Apparaten, wie Andrehkurbel, Präzisionsregulator, selbsttätiger Schmierung, Kühlwasserpumpe, Wasser- und Brennstoffbehälter und Auspufftopf.

Das Anlassen des Motors geschieht normalerweise mittels Handandrehkurbel. Der leichteren Bedienung wegen empfiehlt es sich, hierfür eine elektrische Anlassenanlage einzubauen, welche gleichzeitig für die Kranbeleuchtung benutzt werden kann.

Die große Leistung des Motors gibt volle Gewähr dafür, daß die Krane auch unter den ungünstigsten und schwierigsten Betriebsverhältnissen sicher arbeiten. Der Motor wird in gleicher

Weise wie bei einem Kraftwagen durch eine von Hand betätigte Kegelreibungskupplung in das Getriebe eingerückt. Die Übertragung der Arbeit auf die Hauptantriebswelle erfolgt durch reine Stirnrädergetriebe. Das Motorvorgelege läuft in einem Räderkasten im Ölbad. Von der Hauptantriebswelle aus werden die einzelnen Bewegungen in bekannter Art und Weise mittels Kupplungen abgeleitet.

Die einzelnen Apparate sind im Führerhaus (Abb. 2) übersichtlich angeordnet, so daß der Kranführer, von seinem vorn im Kran angeordneten Stand aus alle Teile gut beobachten und leicht bedienen kann. Der Kranführer hat auch stets einen guten Überblick über das Arbeitsfeld des Kranes.

Den Kranen mit Lasthebemagnet wird der Strom entweder durch biegsame Kapel zugeführt oder er wird, um von der Stromzuführung unabhängig zu sein, durch ein Dieseldynamo-Aggregat erzeugt, dessen räumliche Ausdehnung sehr gering ist. Bei den Magnetkranen werden bedeutende Ersparnisse an Löhnen und Betriebskosten gemacht. Ferner kommt die bessere Ausnutzung der Lagerplätze hinzu. Auch wird die Ausnutzung des Hebezeuges bei Magnetbetrieb außerordentlich gesteigert.

Die Stromkosten einer der größten Typen der Ardelt-Magnete stellen sich nicht höher als der Stundenlohn eines Arbeiters, während die geleistete Arbeit die vielfache eines Arbeiters beträgt. So werden z. B. für die Entladung eines mit 20 t Roheisen (Masseln) beladenen Eisenbahnwagens unter Zugrundelegung einer Hubhöhe von 10 m und eines Lastweges von 50 m, bei Normalgeschwindigkeiten etwa 2,2 kWh vom Magnet verbraucht. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Anlage von einem geschickten Kranführer bedient wird.

Bei Einrichtung der Dieselkrane sowohl für Greiferbetrieb als auch für Stückgutbetrieb ist der Greifer gegen ein Krangehänge oder eine Unterflasche auszutauschen. Die Greifer werden zu diesem Zweck mit Seileinziehwinden versehen*).

Diese Winden bestehen in der Hauptsache aus einer Seiltrommel mit Sperrvorrichtung und Handkurbelantrieb. Dazu werden glatte Hubseile ohne jegliche Spleiß- und Seilverbindungen und einfache normale Rollen und Trommeln für die Hub- und Entleereseile verwendet. Der Seilverschleiß ist sehr gering. Die Zeit zum Auswechseln des Greifers gegen ein Hakengeschirr beträgt nur etwa 8 bis 10 Min.

Wirtschaftlichkeitsnachweis.

Die Normal-Dampfkranen verbrauchen im Mittel je Stunde etwa 20 kg Kohle von hohem Heizwert; diesem entspricht bei den Dieselkranen ein Brennstoffverbrauch von bei Lokomotiv-Kranen mit elektrischem Einmotorenantrieb ein 2,2 kg/Std. und Stromverbrauch von 6 kWh. Unter Zugrundelegung von \mathcal{M} 2,10 für 100 kg Kohle; \mathcal{M} 14,30 für 100 kg Treiböl (verwendet werden können alle Sorten Rohöl) und \mathcal{M} 0,16 für eine kWh berechnen sich die Betriebskosten für die einzelnen Krantypen wie folgt:

Für 1000 Betriebsstunden ergeben sich:

a) beim Lokomotiv-Dampfkran Gr. I.

Brennstoffverbrauch — 20 kg/Std. (Brikett)

Brennstoffkosten — 2,10 für 100 kg

$20 \times 1000 \times 0,021 = \dots \mathcal{M} 420.—$

*) Vgl. Woeste, „Einfache Auswechsellvorrichtung des Greifers gegen Hakengeschirr, D. R. P. 349990“, Fördertechnik und Frachtverkehr, Heft 22, 1925, Seite 351.

- b) beim Lokomotiv-Dieselkran Gr. I.
 Brennstoffverbrauch 225 g je PS/Std.
 Brennstoffkosten — \mathcal{M} 14,30 für 100 kg
 bei gleicher Leistung wie beim Dampfkran unter a)

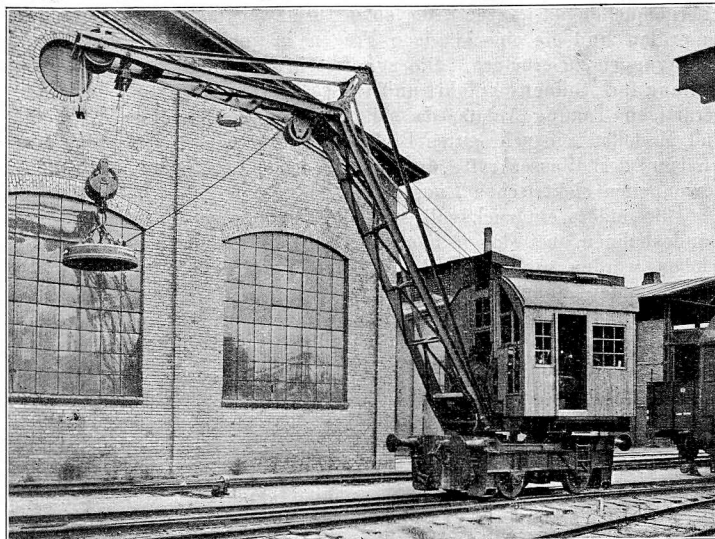


Abb. 1. Fahrbarer Drehkran mit Dieselmotorantrieb, Bauart Ardelt, ausgestattet mit Lasthebemagnet.

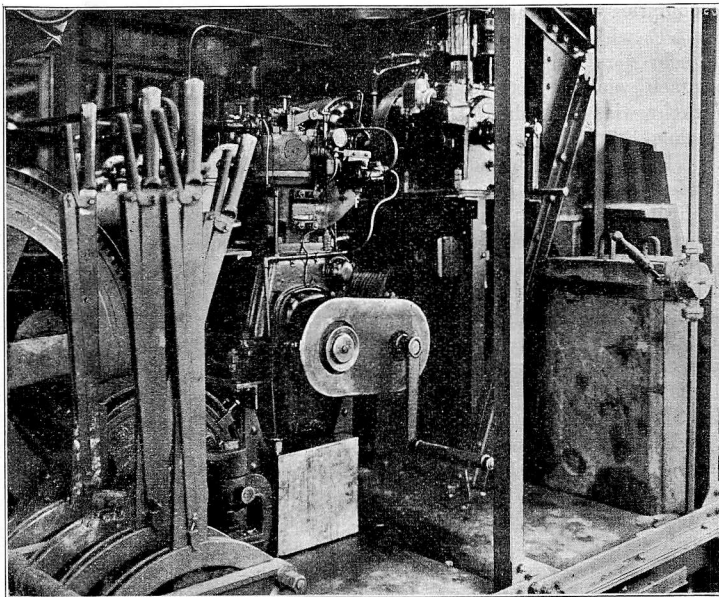


Abb. 2. Inneneinrichtung eines Drehkranes mit Antrieb durch Dieselmotor.

Brennstoffverbrauch rund 2,2 kg/Std.

Brennstoffkosten hierfür:

$2,2 \times 1000 \times 0,143 = \dots \mathcal{M} 315.—$

c) beim Lokomotiv-Kran mit elektrischem Einmotorenantrieb:

Stromkosten — \mathcal{M} 0,16 kWh

bei gleicher Leistung wie beim Dampfkran unter a)

Stromverbrauch ca. 6 kWh

$6,0 \times 1000 \times 0,16 = \dots \mathcal{M} 960.—$

Die Betriebskosten der Dieselkrane betragen mithin nur $\frac{3}{4}$ derjenigen der Dampfkranen bzw. $\frac{1}{3}$ der elektrisch betriebenen Einmotorenkrane.

Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Basel 1926.

Die im Jahre 1924 gelegentlich der Britischen Reichsausstellung in Wembley als „Weltkraftkonferenz“ ins Leben gerufene privatwirtschaftliche Vereinigung von Persönlichkeiten aus allen Ländern hat sich zur Aufgabe gestellt, die Erhaltung und Entwicklung der Energiequellen der ganzen Erde, sowie ihre zweckmäßige Ausnutzung zu prüfen und die einschlägigen Fragen in gewissen Zeitabständen in Tagungen zu erörtern. Die zur Zeit in Basel stattfindende Ausstellung für „Binnenschifffahrt und Wasserkraftnutzung“ gab zu einer derartigen Tagung Anlaß, da sie in vielen statistischen Angaben und Modellen ein sehr gutes Bild von dem Stande der Technik im Ausbau der Wasserkräfte, wie der Verwendung der aus ihnen gewonnenen elektrischen Energie gibt.

Besonders eindrucksvoll sind die Darbietungen der Schweizer Bundesbahnen, bei denen heute 923 km Bahnlänge elektrisch betrieben werden und bis Ende 1928 1566 km bei 2882 km Baulänge des gesamten Bahnnetzes in elektrischen Betrieb genommen sein werden. Die Schweiz ist mit dem elektrischen Betrieb von Vollbahnen bahnbrechend vorangegangen. Die erste Vollbahnlinie Burgdorf—Thun wurde bereits im Jahre 1899 für den elektrischen Betrieb erstellt und bis 1913 waren 319 km Bahnlinien elektrisch eingerichtet. Der Weltkrieg verzögerte weitere Arbeiten, bis infolge der Kohlenknappheit der Gedanke neuen Antrieb erhielt und vom Jahre 1919 ab der elektrische Betrieb insbesondere auf dem Netz der Schweizerischen Bundesbahnen in rascher Zunahme eingeführt wurde. Dem Betrieb der Bundesbahnen dienen ausschließlich bahneigene Wasserkraftwerke, die in Gruppen, bestehend aus einem Nieder- und Hochdruckwerk, zusammen arbeiten. Seit 1906 wird der Einphasenwechselstrom niedriger Frequenz ($16\frac{2}{3}$ Per/Sek.) und hoher Spannung (15000 V) am Fahrdrabt angewendet. Beim jetzigen Verkehr, Kohlenpreis frei Grenze und unter Berechnung eines Kapitalzinses von 5% wird der elektrische Betrieb des 1566 km-Netzes Ende 1928 bei sehr vorsichtiger Berechnung ungefähr ebenso teuer zu stehen kommen wie der Dampftrieb dieses Netzes. Mit zunehmendem Verkehr wird sich das Verhältnis der Kosten zugunsten des elektrischen Betriebes verschieben.

Diese Angaben sind dem ausführlichen Bericht der Schweizer Bundesbahnen über ihre elektrischen Einrichtungen und Betriebserfahrungen entnommen, der der Tagung zur Frage der „Elektrifizierung der Eisenbahnen“ vorlag. Ähnliche Berichte waren aus Frankreich, England, Holland, Japan, Österreich, Schweden, den Vereinigten Staaten und Deutschland eingegangen. Der deutsche Bericht ist von Reichsbahndirektor Wechmann unter Mitwirkung verschiedener Mitarbeiter aus der Reichsbahn-Gesellschaft und der Industrie verfaßt und gibt den gegenwärtigen Stand und die Betriebserfahrungen im elektrischen Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft. Die D.R.-G. betrieb Anfang 1926 über 800 km Bahnstrecke mit einphasigem Wechselstrom von 15 kV und $16\frac{2}{3}$ Per/Sek. mit etwa 250 elektrischen Lokomotiven und einigen Triebwagen. Weitere 160 km Strecken waren im Ausbau. 82 Lokomotiven sind in Anlieferung. In der Aussprache wies Herr Wechmann darauf hin, daß mit dem gewählten Bahnsystem die besten Erfahrungen gemacht seien, anfängliche Bedenken gegen den Motor im Hinblick auf Komutator und Ausbesserungen, sowie gegen die Güte des Leistungsfaktors, ferner Bedenken hinsichtlich Störungen der Fernspreitleitungen durch den Wechselstrombetrieb, haben sich als unberechtigt erwiesen. Zur Stromerzeugung wären wie bei den Schweizer Bundesbahnen bahneigene Kraftwerke angestrebt worden, doch sind in Deutschland die Wasserkräfte in anderen Händen und die Bahnen mußten sich mit dem Eigentümer auseinandersetzen. Die Reichsbahn hat sich an den Kraftwerken finanziell beteiligt und Sitz und Stimme im Aufsichtsrat, so daß sich ein hinreichender Einfluß ausüben läßt. Bezüglich des Strompreises habe die Reichsbahn die Erfahrung gemacht, daß er bei eigener Erzeugung am billigsten wird. Die Grenze bis zu welcher ein Strompreis noch tragbar sei, lasse sich schwer sagen, immerhin dürfte man drei Pfennig für die kW/h nicht überschreiten.

Die Zahl der Lokomotivtypen war anfangs 30, heute sei man auf sechs angekommen. Stromabnehmer, Ölschalter, Luftpumpe seien für alle Lokomotiven gleich, ohne daß man sich engherzig gebunden habe. Eine Serienherstellung von Lokomotiven sei dringend notwendig, auch wegen Verminderung der Kosten. Die Kosten der Streckenausrüstung, Fahrdrabtleitungen, Fernmeldeleitungen seien bei mittlerem Verkehr ungefähr gleich den Kosten der Lokomotiven. Man müsse streben,

diese Kosten herabzumindern. Sodann müsse das Personal eine normale Konstruktion vor sich haben, um Fehler leichter zu finden. In der Werkstatt aber lassen sich die Kosten in Anwendung des Austauschverfahrens auf ein Mindestmaß verringern.

Der österreichische Bericht befaßt sich in drei Teilen mit der Systemwahl, den Kraft- und Unterwerken, den Leitungsanlagen und den Lokomotiven. Besonders der letztere bietet wegen bisher unveröffentlichter Mitteilungen über einige Lokomotivtypen Interesse. Angeführt wird eine Schnellzuglokomotive 1 D₀ 1, bei der jeder der vier Motoren mit lotrechter Achse eine Blindwelle antreibt wie bei der 2 C₀ 2 Lokomotive der französischen Südbahn*). Das Drehmoment wird mittelst Kegelrädern auf eine Hohlwelle übertragen, welche über die Triebachse geschoben und im Rahmen fest gelagert ist. Diese ist an einer Stelle derart erweitert, daß eine Gelenkkupplung Platz findet, die selbsttätig alle Bewegungen des Lokomotivgestells ausgleicht. Eine Lokomotive dieser Bauart ist für Antrieb mittelst Zwillingmotoren vorgesehen, bei der je eine Motorgruppe mittelst Kegelrädern auf eine gemeinsame Vorgelegewelle wirken, von der die Hohlwelle durch Stirnräder angetrieben wird.

Eine Güterzuglokomotive, Achsfolge E, wird als Umformerlokomotive nach dem System der Österreichischen Siemens-Schuckertwerke ausgeführt. Bei dieser Bauart wird der Einphasenwechselstrom der Fahrdrabtleitung in einem Haupttransformator mit festem Übersetzungsverhältnis umgespannt und einem Einphasen-Vielphasen-Gleichstromumformer mit regelbarer Gleichspannung zugeführt, der die Gleichstromreihenschluß-Triebmotoren speist. Die Umformerlokomotive arbeitet mit $\cos \varphi = 1$ bei allen Betriebszuständen und kann auch für 50 periodigen Bahnbetrieb gebaut werden.

Für Nebenlinien mit ungünstigen Streckenverhältnissen ist eine Lokomotive, Achsanordnung B₀ + B₀ vorgesehen, die als Drehgestellokomotive mit Einzelachsantrieb — Hohlwellenfederantrieb Patent Séchéron — gebaut wird. Bei dieser Lokomotive steht bei hoher Leistung nur ein Gesamtachsdruck von 60 t zur Verfügung. Sie erhält elektrische Widerstandsbremung und eine Totmann-Einrichtung.

Eine schwere Güterzuglokomotive, Achsanordnung E, Achsdruck 16 t, Leistung 1800 PS, so daß nur 44 kg/PS entfallen, ist für die Linie Salzburg—Innsbruck vorgesehen. Sie hat kleine Triebäder, einen kurzen Rahmen und kleinen Achsstand und kann 1500 t auf 5%₀ Steigung oder 380 t auf 25%₀ Steigung fortbewegen. Die dauernde Zugkraft am Zughaken beträgt 12 t auf 10%₀ Steigung. Die höchste Anfahrzugkraft in der Ebene ist 20 t. Den großen Zugkräften und den Anforderungen des Schiebedienstes auf Bergstrecken entsprechend erhält die Maschine eine besondere Schaltung mit 21 dauernd benützbaren Fahrstufen.

Eine vierfach gekuppelte Verschiebelokomotive ist zum Verschieben von 700 bis 1000 t Zügen mit einem Achsdruck von 13,7 t auf leichteren Gleisen des Verschiebedienstes beschafft worden. Als Einphasenlokomotive kann sie dauernd schwere Züge mit ganz geringer Fahrgeschwindigkeit wie z. B. 600 t über einen Abrollrücken von 7,5%₀ Steigung mit 2 km/h befördern.

Zur Probe werden ferner zwei Lokomotiven mit Phasenumformer (splitphase) beschafft, von denen eine schon abgeliefert ist. Bei diesem System wird der Einphasenwechselstrom von 15000 V Spannung in einem umlaufenden Phasenumformer ohne Zwischenschaltung eines ruhenden Transformators in mehrphasigen Wechselstrom niedrigerer Spannung derselben Periodenzahl umgewandelt. Der Umformer (Ständer) ist zu diesem Zweck mit einer Einphasenhochspannungswicklung und mit einer kontinuierlichen Niederspannungstrommelwicklung versehen. Durch geeignete Anzapfungen dieser letzteren wird je nach der Lokomotivgeschwindigkeit 2-, 3- oder 4-phasiger Wechselstrom abgenommen, entsprechend einer 12-, 8- bzw. 6-poligen Schaltung der zwei Hauptmotoren. Bei der 8- und 12-poligen Schaltung werden die Motoren auch in Kaskadenschaltung benützt, so daß sich zusammen fünf Drehzahlen der Motoren und daher fünf wirtschaftliche Fahrgeschwindigkeiten ergeben.

In der Aussprache wurde von Ministerialrat Hruschka noch eine neue Lokomotivtype 1 C + C 1 für Gebirgsstrecken mit Steigungen bis zu 27%₀ für Güterzüge bis zu 550 t und Personenzüge von 220 t angeführt, welche die z. Zt. leistungsfähigste Einphasenstrom-Lokomotive darstellt. Die Abmessungen der Maschine sind: Länge über

*) Siehe Organ, S. 39.

Puffer 22200 mm, Triebraddurchmesser 1350 mm, Laufraddurchmesser 960 mm, Zahnradübersetzung 1:5,866, Stundenleistung am Rade 4500 PS bei 50 km/h, Dauerleistung 3700 PS bei 50 km/h. Es sind 24 Schaltstufen vorgesehen. Das Dienstgewicht beträgt 141,6 t, das Reibungsgewicht 114,6 t.

Der schwedische Bericht befaßt sich mit der Elektrifizierung der Strecke Stockholm—Göteborg, die mit Einphasenwechselstrom niedriger Frequenz und hoher Spannung betrieben wird. Der Strom wird dem allgemeinen Landesversorgungsnetz entnommen und für den Bahnbetrieb in umlaufenden Umformern in Unterwerken umgeformt.

In vorstehendem sind diejenigen Länder angeführt, die als Einheitssystem für den elektrischen Betrieb ihrer Vollbahnen hochgespannten Einphasenwechselstrom mit niedriger Periodenzahl gewählt haben. Frankreich, Holland, Japan benutzen Gleichstrom von 1500 V Spannung und beziehen denselben vorzugsweise aus dem Netz der allgemeinen Landesversorgung, indem sie ihn aus Drehstrom umformen. Der französische Bericht, mehr auf die wirtschaftliche Seite des elektrischen Betriebes eingehend, hebt besonders die wesentlich höhere Fahrleistung der elektrischen Lokomotiven in bezug auf die Zusammensetzung der Züge, ihr Gewicht und ihre Geschwindigkeit hervor. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes wird festgestellt, daß nur, wenn mit einem Zinsfuß von 5 bis 6% gerechnet werden kann, sich ganze Netze, deren Kohlenverbrauch je km und Jahr ungefähr 300 t beträgt, mit Vorteil auf elektrischen Betrieb umstellen lassen. In der Aussprache wies der Verfasser des Berichtes Ober-Ingenieur Parodi der Paris-Orleans-Bahn auf die Notwendigkeit der Typisierung der elektrischen Lokomotiven hin, die sich bereits auf der Orleansbahn mit fünf Typen, auf der Midibahn mit einer Type bewährt hat.

Das Gleiche hebt der Verfasser des englischen Berichtes O'Brien hervor, da durch eine Vereinheitlichung des gesamten Materials viele Kosten erspart werden könnten. Im übrigen weist auch er auf die bekannten Vorzüge des elektrischen Betriebes hin, Ersparnisse von 10 bis 25% im Gesamtaufwand für Lokomotivbetrieb und Instandhaltung selbst bei billiger Kohle, Möglichkeit der Verringerung des Lokomotivpersonals, 50% höhere Fahrgeschwindigkeit gegenüber dem Dampftrieb ohne entsprechende Unkostenerhöhung, und ergänzt seine Ausführungen im Bericht noch dahin, daß durch die Elektrifizierung viel Raum in den Bahnhöfen durch Fortfall der Kohlen- und Wasserstationen frei wird, der zu Erweiterungen verwendet werden kann.

Der amerikanische Bericht, von William S. Murray verfaßt, läßt erkennen, daß man sich in den Vereinigten Staaten für die allgemeine Landesversorgung mit Elektrizität auf den Dreiphasenwechselstrom 60 Per/Sec. einigen konnte und die mit Dampf betriebenen Bahnen Lokomotiven besitzen, die auf sämtlichen Bahnlinien verwendet werden können, daß aber bezüglich der Vereinheitlichung der Systemwahl bei den fünf bestehenden elektrischen Überlandbahnen bisher noch nichts geschehen ist. Bekanntlich benutzt die New Haven Einphasenwechselstrom von 11000 V, die Great Northernbahn Dreiphasenwechselstrom von 11000 V, die New York Centralbahn Gleichstrom von 600 V, die Butt and Anaconda-Bahn Gleichstrom von 2400 V und die St. Paul-Bahn Gleichstrom von 3000 V. Empfohlen wird zur Vereinheitlichung der Systeme Einphasenwechselstrom oder Gleichstrom hoher Spannung und Strombezug aus bestehenden Kraftwerken. Doch grade in diesem letzten Punkt scheinen nach Mitteilungen in der Aussprache Schwierigkeiten zu bestehen, da die Werke den Strom für die Bahnen passend umformen müßten und hierbei mehr Fragen wirtschaftlicher als technischer Art zu klären sind.

Von Italien war kein Bericht eingegangen, doch sprach Ingenieur Jacobini über die bereits weit vorgeschrittene Elektrifizierung der italienischen Staatsbahnen, von denen jetzt 1500 km mit 580 Lokomotiven elektrisch betrieben werden, die zu $\frac{3}{4}$ in Italien selbst gebaut sind. Mit dem Dreiphasensystem (3600 V, 16 Per/Sec.) sei man sehr zufrieden, die Lokomotiven seien für Personen- und Güterzugdienst typisiert. Neuere Versuche auf der Strecke Rom-Sulmona seien aufgenommen, um die Bahnenergie unmittelbar dem Industrienetz mit 45 Per/Sec., 60 kV Spannung zu

entnehmen. Die neuen 2000 kW starken Lokomotiven haben am Fahrdradt 10000 V Spannung, der in einem ruhenden Transformator auf der Lokomotive auf 1000 V entspannt wird. Die Motoren arbeiten mit Zahnradvorgelege auf die Achsen, die Geschwindigkeit wird durch Schaltung der Motoren in Kaskade oder parallel mit Veränderung der Pole geändert. Es können damit bei der Güterzugmaschine die Fahrgeschwindigkeiten 37,5; 50; 75 km/h und bei der Schnellzuglokomotive außerdem 100 km/h erreicht werden. Für Rückwärtsfahrt sind die Geschwindigkeiten 37,5 und 50 km/h möglich. Der Triebraddurchmesser ist bei der Schnellzuglokomotive 1630 mm, bei der Güterzuglokomotive 1360 mm. Das Dienstgewicht beträgt bei der ersteren 91 t, bei der letzteren 94,5 t. Beide Lokomotiven, sowie eine des älteren Systems, sind auf der Ausstellung zu sehen.

Sämtliche Berichte waren zu einem Generalbericht von Dr. E. Huber-Stockar, Bern, bearbeitet, der zu dem Ergebnis kommt, daß die bisherigen Erfahrungen mit dem elektrischen Vollbahnbetrieb als gut zu bezeichnen sind. Nirgends haben sie in den Erwartungen enttäuscht und stehen heute in der Gunst des Publikums wie des Personals. Der wirtschaftliche Erfolg scheint hin und wieder nicht groß genug im Verhältnis zu den finanziellen Lasten zu sein. Vielfach hängt dies mit den Kohlenpreisen der Gegenwart zusammen, bei denen der Dampftrieb auch kein schlechtes Ergebnis geliefert hätte. Privatbahnen müssen in erster Reihe darauf bedacht sein, mit der Umstellung ihrer Bahnen auf elektrischen Betrieb einen wirtschaftlichen Fortschritt zu erreichen, während bei Staatsbetrieben volkswirtschaftliche Gründe, wie Verringerung der Kohleneinfuhr zur Verbesserung der Handelsbilanz, Nutzbarmachung von Wasserkraften, Beschäftigung und Belebung von Industrie, Gewerbe und Handwerk u. a. mitsprechen können. Aber auch hier sei wegen der großen erforderlichen Geldmittel Vorsicht geboten und eine wirtschaftliche Verwendung derselben werde doch immer mehr oder weniger ausschlaggebend sein. Diese Betriebe aber, bei denen elektrischer und Dampftrieb in scharfem Wettbewerb zu einander stehen, seien die beste Grundlage für die Beurteilung der technischen wie der wirtschaftlichen Fragen. Erforderlich sei, daß die praktischen Erfahrungen dieser Betriebe, wie überhaupt der bisher ausgeführten Elektrifizierungen, die sie mit ihren Einrichtungen in technischer Beziehung wie in ihren Verhältnissen gemacht haben, möglichste Verbreitung finden. Zwar gebe die Literatur schon viele Unterlagen, doch sei ihre Benutzung durch die Verschiedenheit der Darstellung und der Methode erschwert, besonders wenn elektrischer Betrieb mit Dampftrieb verglichen werden soll. Aus diesem Grunde hat der Generalberichtersteller seinem Bericht als Anhang einen Entwurf zu einem Schema beigefügt, das derartigen Angaben als Grundlage dienen könnte. In der Aussprache hierzu wurde auf die Schwierigkeit der Beantwortung der Punkte 68 bis 70 hingewiesen, welche die Leistungen der Dampflokomotiven und der elektrischen Zugmittel betreffen, da sie in einfachen Zahlen ausgedrückt, keinen Vergleichsmaßstab geben. Die Leistungen lassen sich eindeutig nur aus Diagrammen herleiten, wie sie von Dr. Ing. Wichert in seinem Aufsatz in der Zeitschrift „Elektrische Bahnen“, Heft 8, in Vorschlag gebracht wurden.

Im übrigen drehte sich die Aussprache in der Hauptsache um das für die Elektrifizierung zu wählende System, womit auch die Frage des Strombezugs zusammenhängt. Die Meinungsverschiedenheiten waren nicht gering. Die Elektrifizierung der Eisenbahnen ist noch zu jungen Datums; sie ist noch, wie Dr. Huber-Stockar mit Recht ausführte, in der Vervollkommnung und Entwicklung begriffen. Auch die technischen Einrichtungen liegen noch nicht fest. Dazu kommt, daß die lokalen und wirtschaftlichen Verhältnisse für die Elektrifizierung der Eisenbahnen in den einzelnen Ländern sehr verschieden sind, so daß es zu einem Welt-Einheitssystem wohl überhaupt nicht kommen dürfte. Betont wurde, daß es auch dort, wo die Wahl eines bestimmten Systems schon vorliegt, für den Erfolg der Elektrifizierung weniger auf die Wahl des Systems, als auf die Güte der Ausführung ankommt. Die Elektrifizierung der Eisenbahnen sei eines der bedeutendsten Probleme der Wirtschaft und Technik. Es sei noch nicht alles erreicht, da das Gebiet zu verwickelt ist, aber es sei bereits viel erreicht. Es sei zu wünschen, daß die Weltkraftkonferenz zur Elektrifizierung der Eisenbahnen weiter arbeite.

Przygode, Regierungsbaumeister a. D.

wirkenden, von den Bergmann Elektrizitäts-Werken und den Maffei-Schwartzkopff-Werken durchgebildeten Druckknopfsteuerung. Der Fahrschalter im Führerstand besitzt ausschließlich Steuerkontakte. Mit einem Schalthebel wird auf der halbkreisförmigen Platte des Fahrschalters die jeweilig erforderliche Marke für Rückwärts-, Null-, oder Vorwärtsstellung, letztere für 0,3 oder 0,5 m/sec² Beschleunigung, oder für Verschiebewegungen eingeschaltet, und dann der in der Mitte befindliche Totmannkopf niedergedrückt und während desfahrens festgehalten. Das unter dem Wagenboden befindliche Schaltwerk bewirkt dann selbsttätig das Ein- und Ausrücken der verschiedenen Schaltstufen bis zur höchsten Geschwindigkeit von 72 km/Std. in Parallelstellung der beiden Motorengruppen mit geschwächtem Magnetfeld. Der Vorteil dieser Steuerung liegt in einem sparsamen Stromverbrauch beim Anfahren und in der Verhütung übermäßiger Stromstöße.

Die Schalthebelstellung für Verschiebewegungen gestattet, längere Zeit mit geringer Geschwindigkeit zu fahren, indem das Schaltwerk nur bis zur ersten Stufe schaltet. Neben dem Schaltwerk am Wagenboden ist der Fahrtwender zum Umschalten der Motoren auf Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, das Hauptmotorschütz- und das Überlastschaltwerk angeordnet. Das Auslösen des Überlastschalters wird im Führerstand durch rote und grüne Meldeleuchten je nach dem Wagen, in welchem es abgeschaltet hat, kenntlich.

Die Steuerstromleitungen liegen in einem durchgehenden Kabelkanal unter dem Wagenboden und werden zwischen den Wagen durch besondere Kuppelungen, wie die Starkstromausgleichleitungen gekuppelt. Die Bremsluftleitung und die Ausgleichleitung für die Hauptbehälter der Bremsluft zur Kunze-Knorr-P-Luftdruckbremse werden dagegen von selbst beim Einrücken der Scharfenberg-Mittelpufferkuppelung gekuppelt. Der Beiwagen trägt die Motorluftpumpe.

Geheizt werden die Wagen durch 15 elektrische Heizkörper von 750 W Leistung, die unter den Bänken verteilt und in drei Stufen regelbar sind. Zur elektrischen Beleuchtung sind zehn Deckenbeleuchtungen mit je drei Lampen vorhanden, die in sechs Stromkreisen geschaltet sind. Ein siebenter Stromkreis dient zur Streckenbeleuchtung. Als Signalpfeife wird das Kruppsche Typhon benutzt.
Przygode.

Abnutzung von Zahnradgetrieben bei Eisenbahnfahrzeugen.

Die Erfahrungen, welche die englische Südbahn mit mehreren hundert Zahnradgetrieben an elektrischen Triebwagen gemacht hat, scheinen zu lehren, daß die große Genauigkeit, wie sie durch Schleifen erreicht wird, für diese Teile überflüssig und sogar nachteilig ist, da sie nur unnötige Herstellungs- und Unterhaltungskosten verursacht.

Die genannte Bahn hat 356 Getriebe mit gehärteten, aber nicht geschliffenen Rädern und Ritzeln seit zehn Jahren im Betrieb. Durch Schleifen hätte sich allerdings ein viel genauerer Eingriff erzielen lassen; die Radzähne zeigen über fünf oder sechs Zähne einen Gesamtteilungsfehler von etwa 0,2 mm, die Zähne der Ritzel Fehler im Parallelismus von etwa 0,13 mm. Der Eingriff des Getriebes wird jedoch sorgfältig überwacht und die Rad- und Ritzellager werden jeweils nach etwa 160 000 km Fahrt nachgestellt. Zur Schmierung wird eine mächtige Menge Fett eingespritzt.

Diese Getriebe haben sich als zuverlässig erwiesen und laufen ruhig. Die Räder sind noch alle im Betrieb, die Zahnflanken noch in gutem Zustand. Die größte bis jetzt festgestellte Abnutzung der Zähne beträgt 0,2 mm. Die Ritzel zeigen eine etwas größere Abnutzung, jedoch nicht mehr als 0,25 mm, im Durchschnitt 0,2 mm. Nach vierjährigem Betrieb mußten mehrere Ritzel wegen Material-

fehlers, der sich durch geringes Abbröckeln der Zahnfläche an den Ecken bemerkbar machte, ausgetauscht werden.

Im Gegensatz hierzu zeigt sich bei 496 Getrieben derselben Bahn, die geschliffene Räder aus bestem Material und von genauester Herstellung besitzen und erst seit kurzem laufen, schon jetzt eine starke Abnutzung. Die Gründe für dieses merkwürdige Verhalten der beiden Räderarten sind noch nicht geklärt.

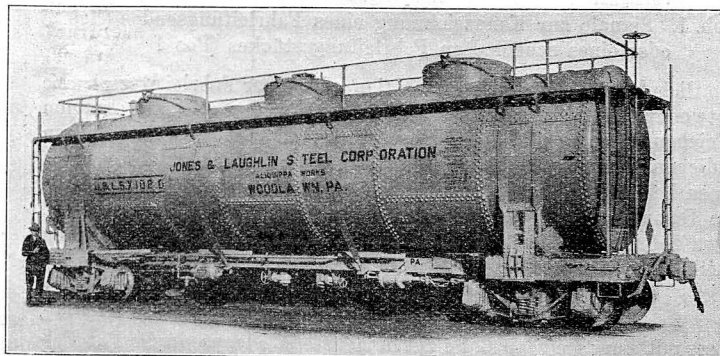
(Engineering 1926, Bd. 121, Nr. 3147.)

R. D.

Große Kesselwagen.

Neun Kesselwagen (siehe Abb.) von außergewöhnlich großen Abmessungen lieferte kürzlich die Standard Tank Car Company in Charon an die Jones and Laughlin Steel Corporation in Pittsburg, die zur Teerbeförderung zwischen den Betriebsstätten dieses Stahlwerkes dienen.

Der aus sieben Schüssen bestehende Behälter faßt bei 13,1 m Länge und 2,7 m Durchmesser 75,7 m³. Die Blechstärke beträgt 14,3 mm. Zur Erwärmung des Fördergutes dient eine Heizleitung, welche in 16 Rohren von 51 mm Durchmesser etwa 20 m² Heizfläche hat. Mit



4430 mm Höhe und 3005 mm Breite wird das Lichtraummaß fast völlig ausgenutzt.

Der Rahmen von 13,5 m Länge stützt sich auf zwei zweiachsige Drehgestelle, von denen jedes mit Westinghouse-Luftdruckbremse versehen ist. Bei 40 t Leergewicht und 90 t Ladung beträgt der Achsdruck 32 t. Dementsprechend besitzen die Achsschenkel 165 mm Durchmesser und 305 mm Länge.
M.

Gelenk-Dampftriebwagen der Bengal-Nagpur Bahn.

Um das Wenden an den Endstationen zu vermeiden hat die Bengal-Nagpur Bahn neue Dampftriebwagen für 1676 und 762 mm Spurweite in Dienst gestellt. Die Wagen sind nach der Bauart Sentinel aus drei statt wie bisher aus zwei Gliedern*) zusammengesetzt. Das Mittelteil ruht auf zwei Achsen und trägt den Kessel mit der Maschinenanlage. Die beiden Aufhängelieder enthalten die Räume für die Reisenden und das Gepäck. Sie ruhen einerseits auf dem Mittelteil, mit dem sie durch Faltenbälge verbunden sind; außen sind sie auf zweiachsigen Drehgestellen gelagert; der ganze Wagen läuft also auf sechs Achsen. An jedem Wagenende befindet sich ein Führerstand.

Der Wagen für Breitspur enthält bei rund 30 m Länge 24 Sitzplätze erster und 80 dritter Klasse, der Schmalspurwagen bei 21,5 m Länge 6 Sitzplätze erster und 35 dritter Klasse. Beide Wagen können in der Ebene Geschwindigkeiten von 55 bis 65 km/h erreichen und auf Steigungen bis 1:30 verkehren.

(The Railw. Eng. 1926, Juli.)

R. D.

*) Vergl. Organ 1924, S. 392.

Betrieb in technischer Beziehung, Signalwesen.

Signale des elektrischen Zugbetriebes bei den Schweizerischen Bundesbahnen.

Nach der Einführung des elektrischen Bahnbetriebes ergab sich auch die Notwendigkeit bestimmte Zustände der Fahrleitung eindeutig zu kennzeichnen. Zu diesem Zwecke haben die Schweizerischen Bundesbahnen besondere Signale auf ihren sämtlichen elektrisch betriebenen Strecken eingeführt, die im Märzheft der „Elektrischen Bahnen“ näher beschrieben sind. Bei allen Signalen ist der Grund gelb (in den Abbildungen durch Schraffierung wiedergegeben), das Signalbild schwarz.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXIII. Band. 20. Heft. 1926.

1. Signal zur Kennzeichnung eines Fahrleitungsendes.

Dieses Signal, dessen Größe und Form aus Abb. 1, Pos. 2 zu ersehen ist, wird nur dort aufgestellt wo das Überfahren des Fahrleitungsendes einen Kurzschluss oder eine Zerstörung der Stromabnehmer herbeiführen würde. Außerdem wird in allen Fällen in den Stellwerken sowie bei örtlich bedienten Weichen der Stellhebel der Weichen auf der dem Beamten zugekehrten Seite gelb gestrichen, wenn durch das Umlegen die Weiche auf ein Gleis ohne Fahrleitung gestellt wird. Das Signal wird entweder an einem Fahrleitungsmast 3 bis 4 m über Schienenoberkante befestigt oder zwischen Tragsäule und Fahrdraht aufgehängt.

2. Signale zur Kennzeichnung eines schadhaften Fahrleitungsstückes.

Schadhafte Fahrleitungsstellen, die zwar unter Spannung stehen können, von den Stromabnehmern aber nicht berührt werden dürfen, werden durch die in Abb. 1, Pos. 1, 2 und 3 angegebenen Signale gekennzeichnet. Sie werden 1 bis 2 m über Schienenoberkante an den Fahrleitungsmasten befestigt und können bei Nacht durch auffallendes Laternenlicht beleuchtet werden. Wenn ein Abschalten

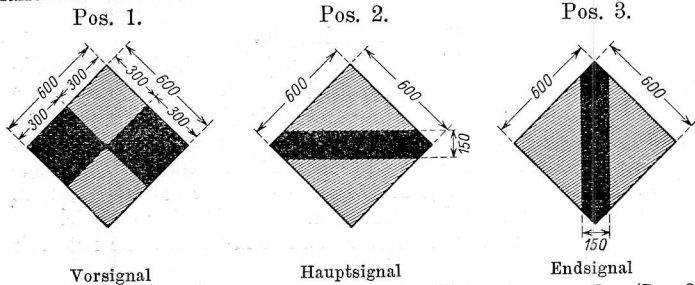


Abb. 1. Signale zur Kennzeichnung eines Fahrleitungsendes (Pos 2) oder eines schadhaften Fahrleitungsstückes (Pos 1-3).

sämtlicher Fahrleitungen einer Station oder einer Fahrleitungsgruppe notwendig ist, werden an den Hebeln der Einfahrsignale bzw. an den Weichenhebeln, welche die in die betreffende Gruppe führenden Weichen bedienen, Warnungstafeln angebracht und die Lokomotivführer durch einen besonderen Befehl darüber unterrichtet von welcher Stelle ab die Stromabnehmer gesenkt werden müssen. Das Vorsignal wird etwa 250 m und das Hauptsignal etwa 20 m vor der zu schützenden Stelle, das Endsignal etwa 20 m hinter derselben aufgestellt.

3. Signale zur Kennzeichnung einer Schutzstrecke.

Schutzstrecken werden da in die Fahrleitung eingebaut, wo diese mit einer fremden Bahn zusammenstößt oder wenn die Parallelschaltung verschiedener Kraftwerksgruppen durch die Stromabnehmer eines elektrischen Fahrzeuges vermieden werden soll. Da das Hauptsignal am Anfang einer Schutzstrecke, das Endsignal am Ende derselben aufgestellt wird, zeigt die Rückseite eines Signals das Bild der Vorderseite des anderen (siehe Abb. 2). Die Signale werden an den

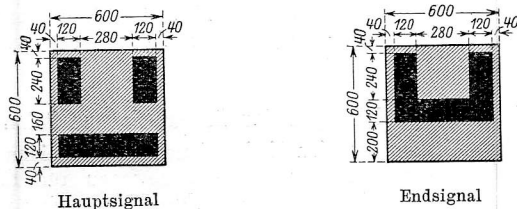


Abb. 2. Signale zur Kennzeichnung einer Schutzstrecke.

Querträgern befestigt und bei Nacht durch auffallendes Licht beleuchtet. Durch besondere Schaltungen kann die Schutzstrecke

unter Spannung gesetzt werden, wenn einem in dieser Strecke stecken gebliebenen elektrischem Fahrzeug die Weiterfahrt ermöglicht werden soll.

4. Signal zur Kennzeichnung des stationsseitigen Endes einer Streckentrennung.

Das an den Fahrleitungsmasten befestigte Signal besitzt rechteckige Form in einer Größe von 200×600 mm und ist gelb gestrichen. Nachts wird es nicht beleuchtet. Bei ausgeschalteter Fahrleitung der freien Strecke dürfen elektrische Fahrzeuge nicht über das Signal hinausfahren.

5. Signal zur Kennzeichnung des elektrischen Spannungszustandes der Fahrleitung in Stationen mit durchgehenden Fahrleitungen der freien Strecke.

Derartige Signale sind erforderlich, wenn die Fahrleitung der einen der beiden Hauptgleise wegen eines dauernden Kurzschlusses an Erde liegt und die Gefahr besteht, daß ein elektrisches Fahrzeug durch Befahren einer Weichenverbindung den Kurzschluß auf das nicht gestörte Geleise überträgt. Es sind deshalb auf die Weichenlaternen solcher Weichenverbindungen gelbes Licht zeigende Sonderlaternen aufgebaut.

Funkverbindung zwischen Lokomotive und Zug.

In Amerika laufen die Gepäckwagen der Güterzüge in der Regel am Schlusse des Zuges. Da sämtliche Güterzüge schon seit vielen Jahren mit Druckluft gebremst werden, sind Bremserhäuser an den Wagen nicht vorhanden; das ganze Zugbegleitpersonal ist daher im Packwagen untergebracht und die Verständigung zwischen diesem und der Lokomotive wird mit dem Anwachsen der schon jetzt oftmals über 100 Wagen zählenden Güterzüge immer schwieriger.

Die New York-Central Bahn sucht diesen Mißstand mit Hilfe der Funktechnik zu beheben. Sie hat vor kurzem einen Versuchszug bestehend aus 115 beladenen und leeren Wagen im Gesamtgewicht von 4300 t vorgeführt, bei dem die Lokomotive und der Packwagen je mit einer Sende- und Empfangseinrichtung mit Lautsprecher ausgerüstet waren. Die erforderlichen Antennen waren auf dem Dach des Führerhauses bzw. rund um den Aufbau des Packwagens herum angebracht. Nachdem die Lokomotive sich vor den Zug gesetzt hatte, wurde sofort die Verbindung aufgenommen, die vorzüglich klappte und schon bei Vornahme der Bremsprobe erheblichen Zeitgewinn brachte. Auch während der Fahrt war die Verständigung dauernd gut; u. a. wurde eine Station, auf welcher fahrplanmäßig zu halten war, auf Anruf vom Packwagen aus durchfahren. Bewerkswert war auch beim Anfahren die Feststellung, daß zwischen dem Zeitpunkt, in dem die Lokomotive anfuhr und der ersten Bewegung des Packwagens am Zugende eine Zeit von 26 Sek. verstrich. Schließlich konnte auf einer Steilstrecke auch noch die Verbindung mit der Schiebelokomotive mühelos hergestellt werden. Diese letztere Möglichkeit könnte vielleicht auch für europäische Verhältnisse wertvoll sein.

R. D.

(Railw. Age. 1926, 2. Halbj., Nr. 3.)

Buchbesprechungen.

Der Lastkraftwagenverkehr seit dem Kriege, insbesondere sein Wettbewerb und seine Zusammenarbeit mit den Schienenbahnen von Dr. Emil Merkert. Verlag von Julius Springer, 1926.

Der Verfasser beschäftigt sich im ersten Teil seiner interessanten Abhandlung mit dem allgemeinen und dem geschichtlichen Teil des Stoffes. Insbesondere leitet er den Ursprung der Kraftverkehrsgesellschaften von den Kriegs- und Nachkriegsorganisationen ab und kommt dann auf den Eisenbahnkraftwagenverkehr zu sprechen. Nach einem kritischen Rückblick auf die gesetzliche Regelung des Lastkraftwagenverkehrs (Kraftfahrlinien- und Kraftfahrzeugsteuergesetz, geht der Verfasser zum Hauptteil seiner Abhandlung, der Wettbewerbsfähigkeit des Lastkraftwagens mit der Eisenbahn über. Er vergleicht zunächst die beiden Verkehrsmittel hinsichtlich der Selbstkosten und dann hinsichtlich der Tarifkosten und kommt zu Ergebnissen für die Wettbewerbsgrenzen zwischen Eisenbahn und Kraftwagen, die zum Teil über die bisher angenommenen hinausgehen. Die Kosten für die Eisenbahnbeförderung, bei der der Verfasser sich teilweise statistischer Angaben aus der Inflationszeit bedient und diese auf Gold umrechnet, scheinen zum Teil zu hoch beziffert zu sein. Auch ist auf die „Mitläuferkosten“, das sind die Kosten für geringe Verkehrsmengen, die auf der Bahn mit dem vorhandenen Betriebsapparat ohne nennenswerte besondere Aufwendungen bewältigt werden können, bei der Ermittlung der Wettbewerbsgrenzen nicht näher eingegangen worden. Im letzten Teil seines lesenswerten

Buches bespricht der Verfasser, der ein warmer Freund des Kraftwagenverkehrs, insbesondere des Eisenbahnkraftwagenverkehrs zu sein scheint, die auf Grund seiner Rechnungen wirtschaftlich richtige Verteilung des Verkehrs zwischen Eisenbahn und Kraftwagen in Gebieten großer und geringer Verkehrsdichte, sowie die Erschließung neuer Verkehrsgebiete mittels des Lastkraftwagens an Stelle der Eisenbahn.

Lange, Reichsbahnoberrat.

Technische Blätter der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

Dem Beispiel anderer Firmen der Großindustrie folgend, hat auch die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur es seit einiger Zeit unternommen, in zwanglos erscheinenden technischen Blättern technische Erläuterungen zu Ihren Erzeugnissen zu geben. Die bis jetzt erschienenen drei Hefte enthalten in vorzüglicher Ausstattung einen bemerkenswerten Aufsatz „Die Elektrolokomotive in ihrem mechanischen Aufbau“; — nachdem über 400 Elektrolokomotiven der verschiedensten Gattung und für die verschiedensten Verwendungszwecke schon aus den Werkstätten der Firma hervorgegangen, liegen der Veröffentlichung ja reiche Erfahrungen zugrunde; — dann über ein weiteres Spezialgebiet „Rotierende Krompressoren und Vakuumpumpen“, ferner im dritten Heft einen größeren Aufsatz über die elektrischen Zahnradlokomotiven in ihrem mechanischen Aufbau.