

### Die Pufferung der Eisenbahnfahrzeuge.

Von Ernst Kreissig, Uerdingen a. Rh.

Die zulässige Arbeitsaufnahme der Puffer bestimmt sich nach dem verfügbaren Pufferhub, der zulässigen Höchstkraft der Puffer und der diagrammäßigen Kraftverteilung der Pufferkräfte. Der Pufferhub ist eine gegebene Größe, während die zulässige Pufferhöchstkraft von der diagrammäßigen Kraftverteilung der Wirkungskräfte abhängig ist.

Es ist somit vorerst zu untersuchen, welches Diagramm die optimale Pufferwirkung in bezug auf den Endzweck der Puffer, die Schonung der Fahrzeuge, ergibt.

Die bekannten Federn sind durch linear ansteigende Diagramme nach Abb. 1 gekennzeichnet, lediglich Torsionsfedern

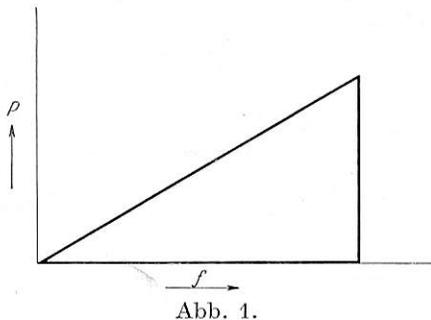


Abb. 1.

mit veränderlichem Querschnitt und veränderlicher Ganghöhe ergeben Diagramme nach Abb. 2, worin P die Pufferkräfte und f die Federung bedeuten. Das Diagramm nach Abb. 1 hat den größeren Arbeitsinhalt, während das Diagramm nach Abb. 2 eine weichere Anfangswirkung gewährleistet, welche im Zweipuffersystem für das Befahren von Krümmungen von Vorteil

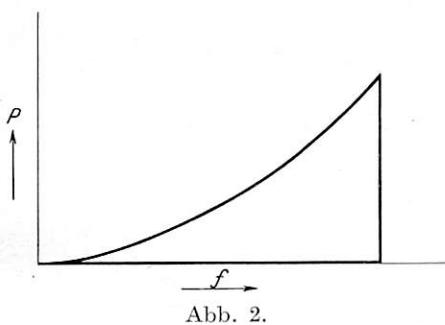


Abb. 2.

ist. Der gleiche Vorteil läßt sich für die im Diagramm linear ansteigende Feder erreichen, wenn man derselben eine weiche Vorspannfeder vorschaltet, wobei allerdings Arbeit verloren geht. Außer diesen Diagrammformen besteht aber auch die Möglichkeit der Anwendung rechteckiger bzw. angenähert rechteckiger Arbeitsdiagramme nach Abb. 3 und 4.

Um nun den Einfluß der Diagrammformen auf die Beanspruchung der Einzelteile des Fahrzeuges zu ermitteln, müssen wir die Federwirkung dieser Teile, wie Achshalter, Rungen, Spannbänder usw. berücksichtigen. Alle diese Elemente stellen Federn mit sehr geringer Federung und hoher Schwingungsfrequenz dar, welche durchwegs ein linear ansteigendes Federdiagramm besitzen. Wird nun eine Feder mit linear ansteigendem Diagramm derart belastet, daß sich Aktions- und Reaktionskraft stets nur um unendlich kleine Größen unterscheiden, so biegt sich die Feder statisch, d. i.

ohne Schwingung, um einen Betrag durch, welcher der jeweiligen Belastung entspricht, also bei P kg Belastung um den Betrag f. Ist jedoch der Unterschied zwischen Aktions- und Reaktionskraft zeitweise oder immer endlich, so tritt Schwingung und damit Spannungserhöhung gegenüber der statischen Pressung ein. Würde man z. B. die vorerwähnte Feder mit einem Gewicht von P kg so belasten, daß das Gewicht sofort nach Berührung mit der ungespannten Feder sich selbst überlassen bleibt, so würde die größte Durchbiegung 2f, also das Doppelte der statischen Federung durch P betragen. In beiden

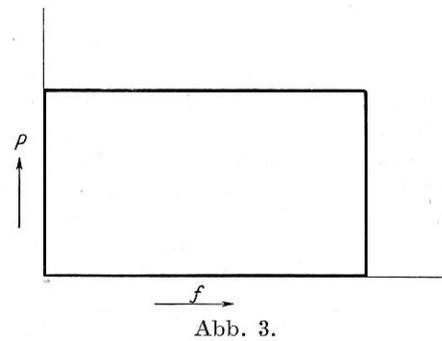


Abb. 3.

Fällen war das Federdiagramm linear ansteigend nach Abb. 1, die Belastung im ersten Falle ebenfalls linear ansteigend, im letzteren Falle hingegen konstant nach Abb. 3.

Hieraus ergibt sich mit zwingender Notwendigkeit, daß ein Puffer mit rechteckigem Diagramm bei der

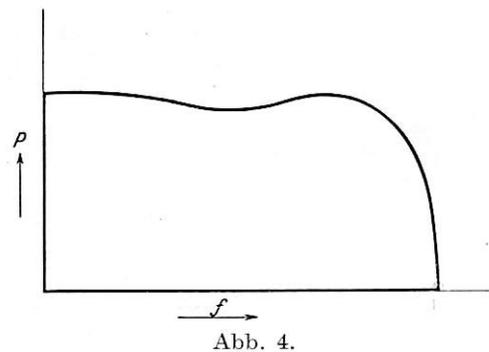


Abb. 4.

gleichen Höchstkraft den Wagen doppelt so hoch beansprucht, als ein Puffer mit linear ansteigendem Diagramm. Man wird somit einen Puffer mit rechteckigem oder angenähert rechteckigem Arbeitsdiagramm nur mit der halben Höchstkraft des Federpuffers ausführen dürfen, d. h. beide Pufferarten können bei gleicher Fahrzeugbeanspruchung nur die gleiche Arbeit aufnehmen.

Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhange die Untersuchung des Verhaltens der Wagentragsfedern während des Pufferstoßes, weil die Wagentragsfeder dasjenige Organ des Fahrzeuges darstellt, welches die niedrigste Eigenfrequenz besitzt. Die vergleichende Untersuchung erstreckt sich auf einen linear ansteigenden Puffer von 60000 kg Höchstkraft und rund 19000 kg größter Rückstoßkraft und einen Puffer mit rechteckigem Diagramm von 30000 kg Bremskraft und rund 12000 kg größtem Rückstoß. In Abb. 5 ist ersteres Diagramm

voll, letzteres gestrichelt dargestellt. Die Rückstoßdiagramme sind bestehenden Ausführungen entnommen, und zwar einmal einem Ringfederpuffer und zum anderen einem Flüssigkeits-

und zwar ist das spez. Gewicht derselben zu 0,82 angenommen. Es ergibt sich dann ein Abstand des Wagenschwerpunktes S aller federnder Teile einschließlich Last über Pufferebene von 600 mm.

Das Diagramm der Tragfedern ist in Abb. 7 dargestellt, und zwar sind die beiden Tragfedern einer Achse in ein Dia-

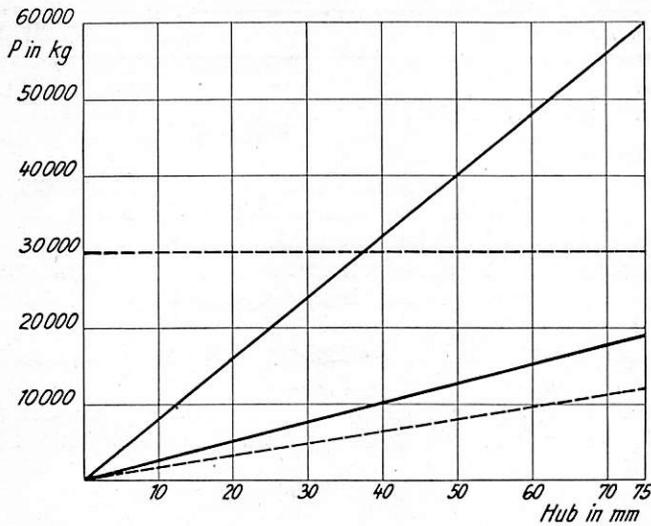


Abb. 5. Arbeitsdiagramm der Puffer:

- Puffer mit dreieckigem Diagramm, Arbeitsaufnahme 2250 mkg, Arbeitsverzehr 1540 „.
- - - Puffer mit rechteckigem Diagramm, Arbeitsaufnahme 2250 mkg, Arbeitsverzehr 1800 „.

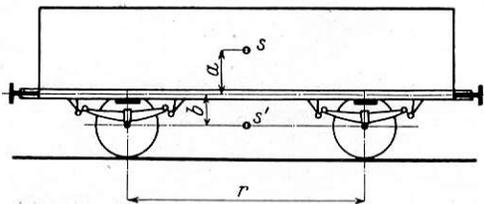


Abb. 6.

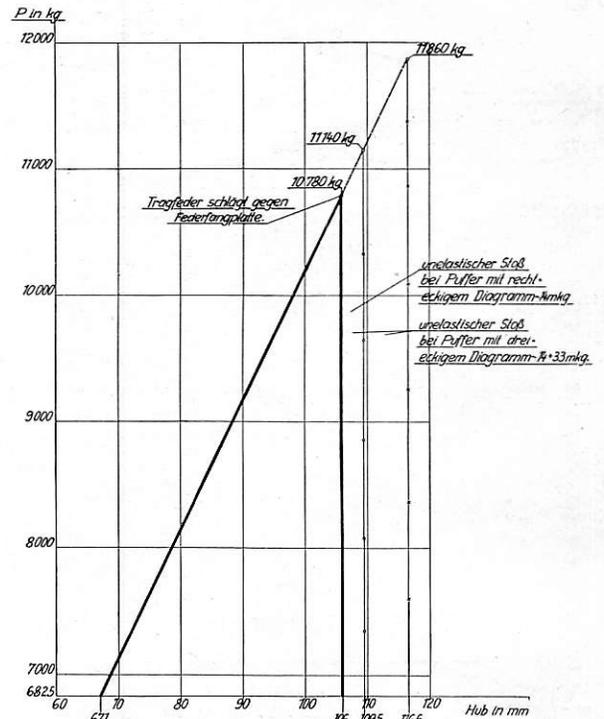


Abb. 7.

ogramm zusammengezogen. In Abb. 8 ist der Verlauf der Pufferkräfte und Wagenschwindigkeiten abhängig von der Zeit für den Pufferstoß dargestellt. Da der Puffer mit rechteckigem Diagramm eine konstante Kraft aufweist, nimmt

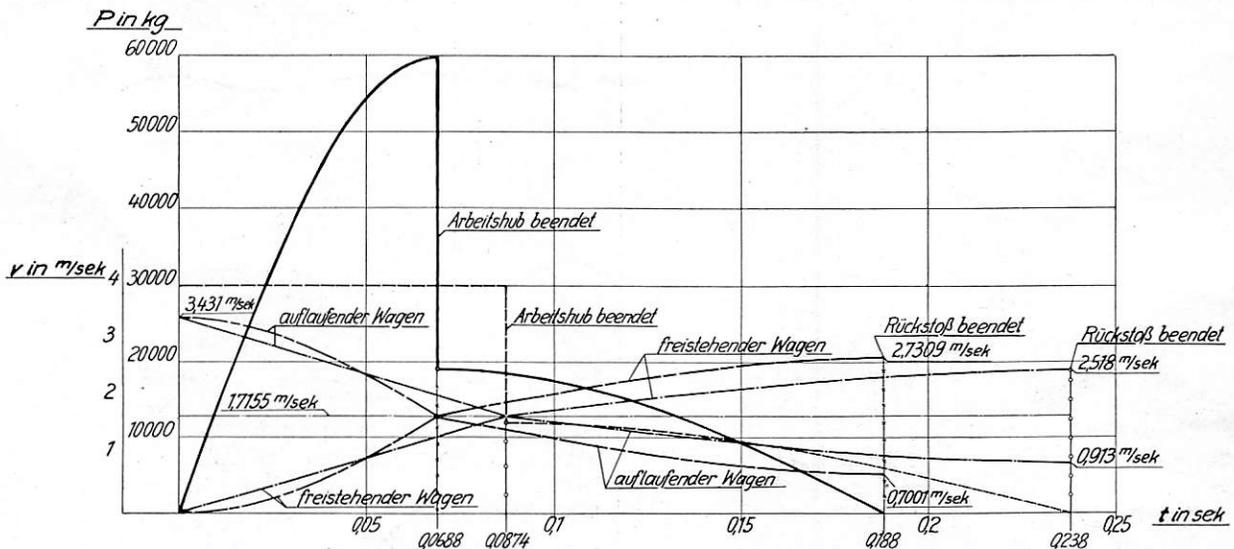


Abb. 8. P-t-Diagramm der Puffer:

- Puffer mit dreieckigem Diagramm. - - - - - Puffer mit rechteckigem Diagramm.
- v-t-Diagramm der Wagen:
- - - - - bei Puffern mit dreieckigem Diagramm. - · - · - bei Puffern mit rechteckigem Diagramm.

puffer. Eine Einwirkung des Pufferstoßes auf die Tragfeder ergibt sich lediglich dann, wenn der Wagenschwerpunkt außerhalb der Pufferebene liegt, wie in Abb. 6 dargestellt. Letztere stellt einen Om-Wagen dar, welcher mit Kohle beladen ist,

während des Arbeitshubes der Puffer die Wagenschwindigkeit proportional der Zeit zu bzw. ab. Wenn die Massen der Wagen gleich sind, wird beim völlig elastischen Stoß bei Beendigung des Arbeitshubes die Geschwindigkeit beider Wagen gleich sein.

Bezeichnet

2 P die jeweilige Pufferstoßkraft, welche auf eine Wagen-  
seite wirkt,

$\Delta t$  eine kleine Zeitdauer,

$m_1$  die Wagenmasse des auflaufenden, und  $m_2$  die Wagen-  
masse des getroffenen Wagens,

$v_{I_1}$  die Wagengeschwindigkeit des auflaufenden Wagens zu  
Beginn von  $\Delta t$ ,

$v_{I_2}$  die Wagengeschwindigkeit des auflaufenden Wagens zu  
Ende von  $\Delta t$ ,

$v_{II_1}$  die Wagengeschwindigkeit des getroffenen Wagens zu  
Beginn von  $\Delta t$ ,

$v_{II_2}$  die Wagengeschwindigkeit des getroffenen Wagens zu  
Ende von  $\Delta t$ ,

$\Delta h$  den Hub eines Puffers in der Zeit  $\Delta t$ , so gilt

$$2 P \Delta t = m_1 (v_{I_1} - v_{I_2}) \dots 1)$$

$$= m_2 (v_{II_2} - v_{II_1}) \dots 2)$$

$$\Delta h = \frac{\Delta t}{4} [(v_{I_1} - v_{II_1}) + (v_{I_2} - v_{II_2})] \dots 3)$$

Die Auflaufgeschwindigkeit ist zu 3,431 m/sec, ange-  
nommen, bei welcher Geschwindigkeit der Pufferstoß auf den  
ganzen Pufferhub elastisch erfolgt. Das Zeit-Kraftdiagramm  
(Abb. 8) für den Arbeitshub des Puffers mit Rechteckdiagramm  
ist wiederum ein Rechteck, das gleiche Diagramm für den  
Puffer mit linear ansteigendem Diagramm die in Abb. 8 voll  
ausgezogene Kurve. Die graphische Ermittlung dieser Kurven  
mag als bekannt vorausgesetzt sein. Aus diesen Diagrammen,  
den Massen  $m_1$   $m_2$ , welche in diesem Falle gleich und zu je  
30000

angenommen sind, sowie aus Gleichung 1 bis 3 ergibt  
sich für jede Zeitstufe die Differenzgeschwindigkeit

$$\Delta v = (v_{I_1} - v_{I_2}) = (v_{II_2} - v_{II_1}),$$

wonach die in Abb. 8 dargestellten Zeitgeschwindigkeits-  
diagramme gezeichnet sind. Der Geschwindigkeitsindex I gilt  
für den auflaufenden, der Index II für den getroffenen Wagen,  
Index I für den Beginn des Zeitintervalls  $\Delta t$ , der Index II für  
das Ende desselben. Aus den Diagrammen der Abb. 7 und 8  
läßt sich nun das Zeitkraftdiagramm der Tragfeder nach Abb. 9  
ermitteln. Bezeichnet

M das auf Fahrzeug wirkende Drehmoment für die Kraft 2 P,  
 $v_0$  die mittlere Zusammendrückungsgeschwindigkeit der  
Tragfeder während des Zeitintervalls  $\Delta t$ ,

$\Delta v_0$  den Geschwindigkeitszuwachs während  $\Delta t$ ,

$P_0$  die durch den Pufferstoß 2 P erzeugte Mehr- bzw. Minder-  
belastung der Tragfeder,

J das Trägheitsmoment der gefederten Massen bezogen auf  
die Horizontalschwerachse quer zum Gleis,

$m'$  die dem Trägheitsmoment J entsprechenden, auf die  
Halbmesser  $\frac{r}{2}$  reduzierten Massen,

$\Delta s$  die Senkung bzw. Entspannung der Tragfeder während  
des Zeitintervalls  $\Delta t$ ,

$G_f$  das Gewicht der gefederten Teile,

$G_u$  das Gewicht der ungedederten Teile,  
deren Schwerpunkt in Achsmittle angenommen sei,  
a den Abstand des Schwerpunktes S der gefederten Teile  
von der Pufferebene,

b den Abstand des Schwerpunktes S' der ungedederten  
Teile von der Pufferebene, und

r den Radstand, so ergibt sich durch den auf eine Stirnseite  
wirkenden Pufferstoß 2 P ein auf das Fahrzeug wirkendes Dreh-  
moment von der Größe

$$M = 2 P \frac{G_f \cdot a}{G_f + G_u} - 2 P \frac{G_u \cdot b}{G_f + G_u}$$

$$M = \frac{2 P}{G_f + G_u} (G_f \cdot a - G_u \cdot b) \dots 4)$$

Weiter gilt

$$M = 2 \frac{m' r}{2} \frac{d v_0}{d t} + P_0 r = m' r \frac{d v_0}{d t} + P_0 r$$

wenn

$$J = 2 m' \frac{r^2}{4}, \text{ bzw.}$$

$$m' = \frac{2 J}{r^2} \text{ ist.}$$

Somit gilt

$$\frac{M}{r} = m' \frac{d v_0}{d t} + P_0 \dots 5)$$

und

$$\Delta s = v_0 \Delta t.$$

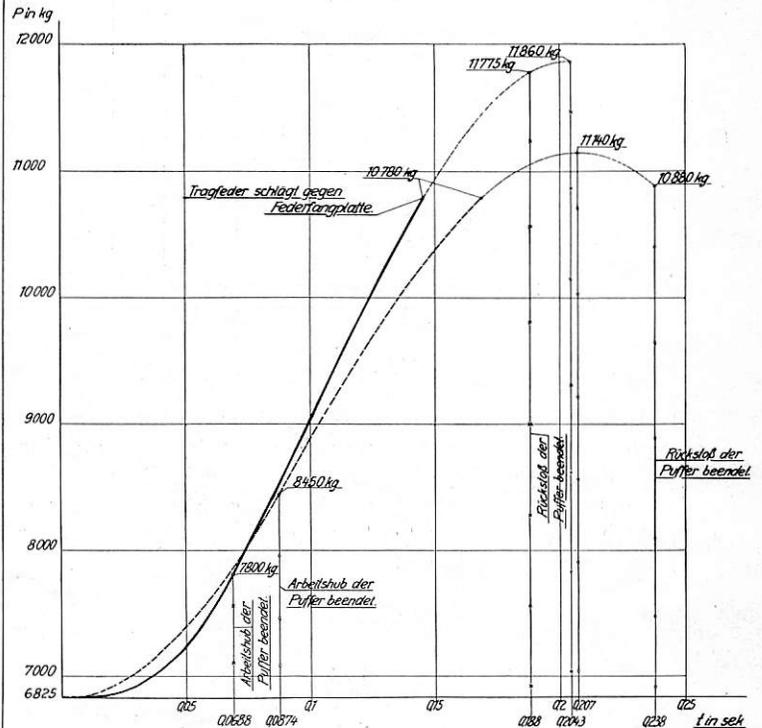


Abb. 9. P-t-Diagramm der Tragfeder:

— bei Puffern mit dreieckigem Diagramm,  
- - - " " " rechteckigem " "

Der Wert M läßt sich für eine bestimmte Zeitstufe der  
dazugehörigen Kraft 2 P aus Gl. 4), der Wert  $P_0$  für jede Fede-  
rung zu Beginn der Zeitstufe  $\Delta t$  aus Diagramm Abb. 7 er-  
mitteln. Es ergibt sich dann aus Gl. 5)  $\frac{d v_0}{d t}$  und

$$\Delta v_0 = \Delta t \frac{d v_0}{d t}.$$

Aus Gl. 6) ergibt sich alsdann die Federung  $\Delta s$  während des  
Zeitraumes  $\Delta t$ , woraus sich die Kraft  $P_0$  für den nächsten  
Zeitraum ermitteln läßt. Auf diese Weise ergeben sich die  
Zeitkraftkurven der Abb. 9 für die Tragfeder. Letztere sowie  
das Diagramm der Abb. 7 sind nur in dem Bereich oberhalb  
der statischen Last zur Anschauung gebracht.

Aus Diagramm Abb. 8 ergibt sich, daß für das Zusammen-  
drücken der Puffer verschiedene Zeiten für die verschiedenen  
Arbeitsdiagramme in Frage kommen, und zwar verhalten sich

die Zeiten wie  $\frac{\pi}{4} : 1$ , wobei bei die größere Zeit für das recht-

eckige Diagramm gilt. Bei dieser zeitlichen Verschiedenheit  
ergibt sich für das linear ansteigende Diagramm eine Tragfeder-  
belastung von 7800 kg und für das rechteckige Diagramm eine  
solche von 8450 kg, wenn die Puffer voll zusammengedrückt  
sind. Für die folgende Rückstoßperiode ist zu beachten, daß

der Rückstoß für das rechteckige Diagramm geringer angenommen wurde, wodurch sich für diesen Fall die Tragfederbelastung für die Rückstoßperiode günstiger gestaltet. Nach 0,145'' kommt für den Dreieckpuffer, nach 0,169'' für den

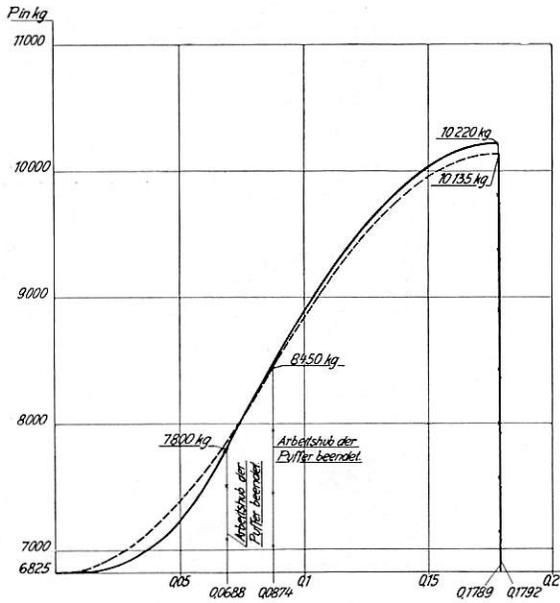


Abb. 10.

Rechteckpuffer die Tragfeder zum Aufsitzen. Läßt man den Vorgang sich so abspielen, als wenn keine Hubbegrenzung für die Tragfeder vorhanden wäre, so würden sich die kurz gestrichelten Fortsetzungen der ursprünglichen Kurven ergeben, woraus sich für den Dreieckpuffer eine Höchstbelastung der

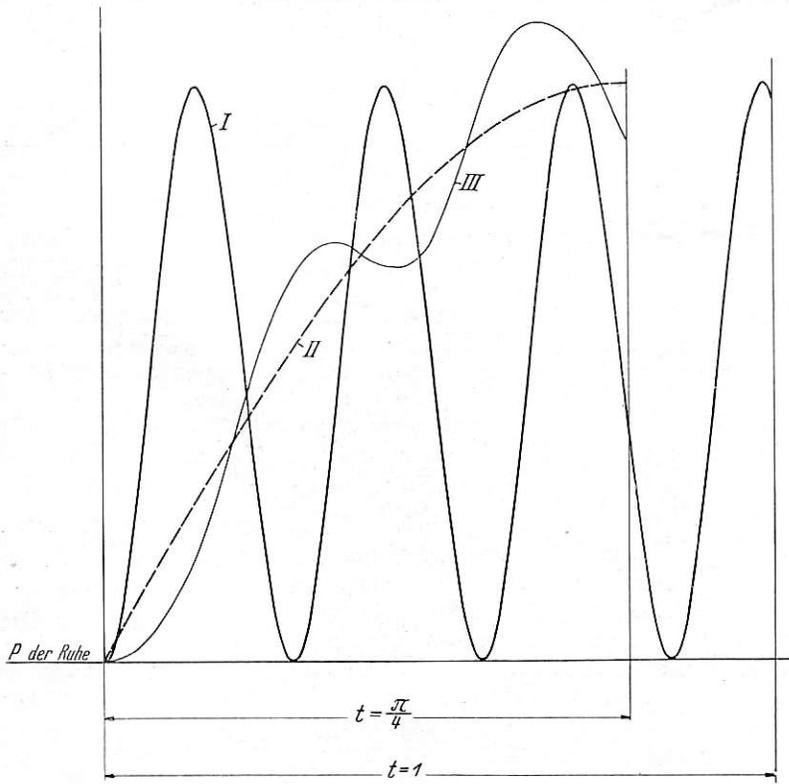


Abb. 11.

Tragfeder zu 11860 kg, und für den Rechteckpuffer eine solche von 11140 kg ergibt. Würde in beiden Fällen der gleiche Rückstoß wirken, so würde für beide Fälle praktisch die gleiche Höchstkraft in Frage kommen. Es ergibt sich hieraus, daß beide besprochenen Diagramme in bezug auf Arbeitsaufnahme

gleichwertig sind, daß also das Rechteckdiagramm keine höhere Arbeitsaufnahme erlaubt.

In Abb. 10 sind die gleichen Kurven wie in Abb. 9 für den Fall ermittelt, daß beide Puffer keinen Rückstoß ausüben. Für diesen Fall ergibt sich für den Rechteckpuffer eine Höchstbelastung der Tragfedern von 10135 kg und für den Federpuffer eine solche von 10220 kg, also praktisch das Gleiche.

In diesen Entwicklungen ist die Dämpfung durch Federreibung nicht berücksichtigt, die Tragfedern sind als reibungslos wirkend angenommen. Die Federreibung wirkt entlastend, so daß sich die graphisch ermittelten Belastungen der Tragfedern durch die Reibung vermindern.

Die vorliegenden Untersuchungen lassen nunmehr auch die Einwirkungen der verschiedenen Diagrammformen auf die übrigen Konstruktionsteile des Fahrzeugs erkennen. Alle Teile des Fahrzeugs sind Federn von hoher Eigenfrequenz, für welche das gleiche gilt wie für die Tragfeder. Die graphische Untersuchung dieser Fälle würde sich genau wie vorher gestalten, jedoch müßte mit einem viel kleineren  $\Delta t$  gearbeitet werden, da die Federungen dieser Teile sehr klein sind. Es würden sich dann Schwingungskurven ähnlich der Abb. 11 ergeben, und zwar für den Rechteckpuffer die stark ausgezogene Kurve I, für den Federpuffer die stark gestrichelte Kurve II, welche sich der dünn ausgezogenen P t Kurve III des Federpuffers überlagert. Die Kurven II und III nähern sich um so mehr, je weniger Masse sich zwischen Puffer und Konstruktionsteil lagert.

Es besteht aber noch ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen den Einwirkungen der verschiedenen Pufferarten auf die Beanspruchung der Fahrzeuge, welcher sich aus der verschiedenartigen Wirkungsweise der Puffer selbst ergibt. Diagrammformen nach Abb. 1 und 2 lassen sich durch bekannte Federarten erreichen, während sich die Diagramme nach Abb. 3 und 4 bis heute lediglich durch Flüssigkeitspuffer verwirklichen lassen, denen rein elastische Mittel zur Rückführung in die Grundstellung zugeschaltet sind. Letztere Vorrichtungen sind aber in ihrer Arbeitsaufnahme von der Zusammendrückungsgeschwindigkeit abhängig und zwar um so mehr, je weniger sich die Vorrichtung der wechselnden Geschwindigkeit anzupassen vermag. Ob sich die Durchflußkanäle mit dem Pufferhub in ihrem Querschnitt verändern, ist für die folgende Betrachtung belanglos. Bei nichtautomatischen Vorrichtungen, d. i. solchen mit unveränderlichen Durchflüssen, ändert sich die Pufferwirkung umgekehrt zur zweiten Potenz des Durchflußquerschnittes für Kanäle von konstantem Querschnitt, bei teilweise oder gänzlich federnd abgeschlossenen Kanälen ändert sich das Wirkungsgesetz im Sinne einer Potenzverminderung. Es wird somit diejenige Vorrichtung die beste Wirkung ergeben, welche vollautomatisch arbeitet, d. h. deren sämtliche Kanäle federnd abgesperrt sind. Das Kraftgeschwindigkeitsdiagramm einer solchen Vorrichtung ist in Abb. 12 dargestellt, während die Abhängigkeit der Pufferwirkung einer nicht automatischen Vorrichtung mit konstanten Durchflußquerschnitten von der Geschwindigkeit durch Abbildung 12a veranschaulicht wird.

Sofern es möglich wäre, Ventile herzustellen, welche auf statische und dynamische Flüssigkeitspressung gleich reagieren, wäre damit auch die Möglichkeit einer Beschränkung der Pufferhöchstkraft gegeben, und zwar könnte ein derartiges Ventil ohne Zuschaltung anderer Durchflußkanäle oder aber in Verbindung mit solchen zur Anwendung gelangen. Ersterer Weg ist indes nicht gangbar, da eine derartige Vorrichtung für alle Geschwindigkeiten, auch die kleinsten, die Höchstkraft auslösen würde. Ein derartiger Puffer würde sowohl im fahrenden Zug wie auch

im Rangierbetrieb außerordentlich hart wirken und bei der geringsten Bewegung der Fahrzeuge gegeneinander Stoßwirkungen zeitigen, welche die Konstruktionsteile bis zur Höchstgrenze beanspruchen und sie sehr rasch zur Ermüdung bringen würden. Aber auch der zweite Weg ist nur dann gangbar, wenn die Kraftbegrenzung für nicht zu niedrige Fahrgeschwindigkeiten erfolgt, da sonst die Anzahl der Höchstbeanspruchungen eine sehr hohe wird.

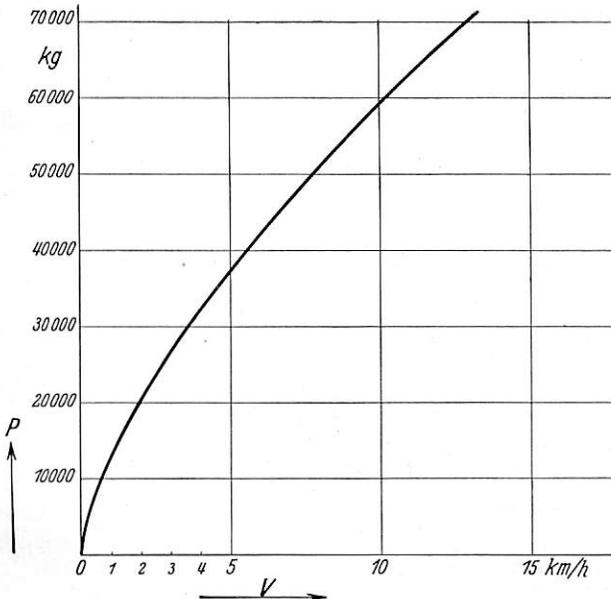


Abb. 12.

Den weiteren Untersuchungen soll nur die vollautomatische Vorrichtung ohne Druckbegrenzung zugrunde gelegt werden, und zwar soll die Wirkung solcher Puffer für Fahrzeuge verschiedener Maße bzw. verschiedenen Gewichts untersucht werden.

Es erübrigt sich, die gleiche Untersuchung auf nicht- bzw. halbautomatische Vorrichtungen auszudehnen, da für diese die Verhältnisse weit ungünstiger liegen. In Abb. 13 sind die Arbeitsdiagramme für verschiedene Wagen dargestellt, wenn diese auf einen Prellbock auflaufen, welcher mit den gleichen Puffern ausgerüstet ist. Die Ermittlung dieser

Arbeitsdiagramme gestaltet sich sehr einfach. Für genügend kleine Teile  $\Delta h$  des Pufferhubes  $h$  und die Wagenmasse  $m$  ergibt sich für die Wagengeschwindigkeiten  $v_a$ ,  $v_e$  am Anfang bzw. am Ende von  $\Delta h$  und die der Puffergeschwindigkeit  $\frac{v_a}{2}$  entsprechenden Kraft  $P_0$

$$\frac{m v_a^2}{2} - 4 P_0 \cdot \Delta h = \frac{m v_e^2}{2}$$

Da  $v_a$  und  $P_0$  bekannt sind, ergibt sich hieraus  $v_e$ . Die Stoßgeschwindigkeit ist gleich der halben Wagengeschwindigkeit.

Somit ergibt sich für  $\frac{v_e}{2}$  aus dem Diagramm der Abb. 12 die neue Kraft  $P_0$  für die nächste Hubzeitstufe. Es sind nun folgende vier Fälle untersucht.

Kurve . . . . .	I	II	III	IV
Gewicht des auflaufenden Wagens in t	10	20	30	80
Geschwindigkeit des auflaufenden Wagens in km/Std. . . . .	15	15	8,5	4,5

Die Diagrammkurven der Abb. 13 lassen erkennen, daß die Arbeitsaufnahme für die vier verschiedenen Massen verschieden ist. Die Kurve I fällt für die Betrachtung aus, da sie den Pufferhub nur bis 52 mm ausnutzt. Die Auflaufgeschwindigkeit hätte mit Rücksicht auf die Aufnahmefähigkeit des Puffers höher sein dürfen. Kurve II zeigt, daß die Auflaufgeschwindigkeit zu hoch gewählt wurde, da ein unelastischer Stoß verbleibt (Schraffierte Fläche). Die elastische Arbeitsaufnahme ist jedoch eine sehr große. Im Fall der Kurve III ist der Hub nicht vollkommen ausgenutzt, ebenso auch im Fall der Kurve IV. In beiden Fällen hätte die Auflaufgeschwindigkeit eine etwas höhere sein können. Es zeigt sich aber, daß mit wachsender Wagenmasse die Kraft des Puffers bzw. seine Arbeit sinkt, und zwar beträgt die vom Puffer geleistete Arbeit für den 80 t-Wagen nur ungefähr die Hälfte der für den 20 t-Wagen

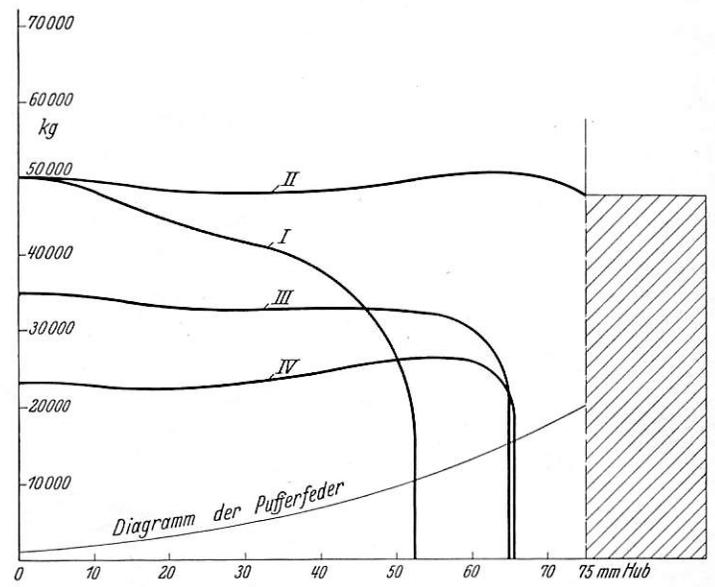


Abb. 13.

verfügbaren. Es bedeutet dies eine den Erfordernissen entgegenlaufende Unzulänglichkeit, da mit wachsender Masse, d. h. mit wachsendem Arbeitsbedarf, die verfügbare Arbeit sinkt. Für nicht- bzw. halbautomatische Puffer würde der Übelstand noch weit krasser in Erscheinung treten.

Läuft ein Wagen auf einen anderen mit den gleichen Puffern ausgerüsteten Wagen auf, so ist die Stoßgeschwindigkeit wiederum gleich der halben Relativgeschwindigkeit der Fahrzeuge gegeneinander. Für die bekannten Bezeichnungen ergibt sich

$$2 P \Delta t = m_1 (v_{I_1} - v_{I_2})$$

$$2 P \Delta t = m_2 (v_{II_2} - v_{II_1})$$

Auf Grund dieser Formeln lassen sich nun unter der Annahme sehr kleiner Zeiteinheiten die in Abb. 14 dargestellten Zeitgeschwindigkeitdiagramme ermitteln. Für eine gewisse Geschwindigkeit ergibt sich aus Abb. 12 die dazugehörige Kraftgröße  $P$  und somit nach obigen Beziehungen die neuen Geschwindigkeiten  $v_{I_2}$  bzw.  $v_{II_1}$ , welche als Ordinaten der Abszissen  $t$  bzw.  $\Delta t$  eingetragen werden. Aus der Diagrammfläche ergeben sich die Stoßelwege. Trägt man dieselbe als Abszissen und die dazugehörigen Werte  $P$  als Ordinaten auf, so erhält man die in Abb. 15 dargestellten Kraftwegkurven bzw. Pufferdiagramme bei den verschiedenen Auflaufge-

schwindigkeiten. Der Einfachheit halber wurden in allen Fällen nur Wagen von gleichen Gewichten gegeneinander in Bewegung gebracht, so daß also  $m_1 = m_2$  wird.

Es wurden folgende vier Fälle untersucht.

Kurve . . . . .	I	II	III	IV
Wagengewicht in t . . . . .	10	20	30	80
Ablaufgeschwindigkeit in km/Std. . .	20	20	14	7

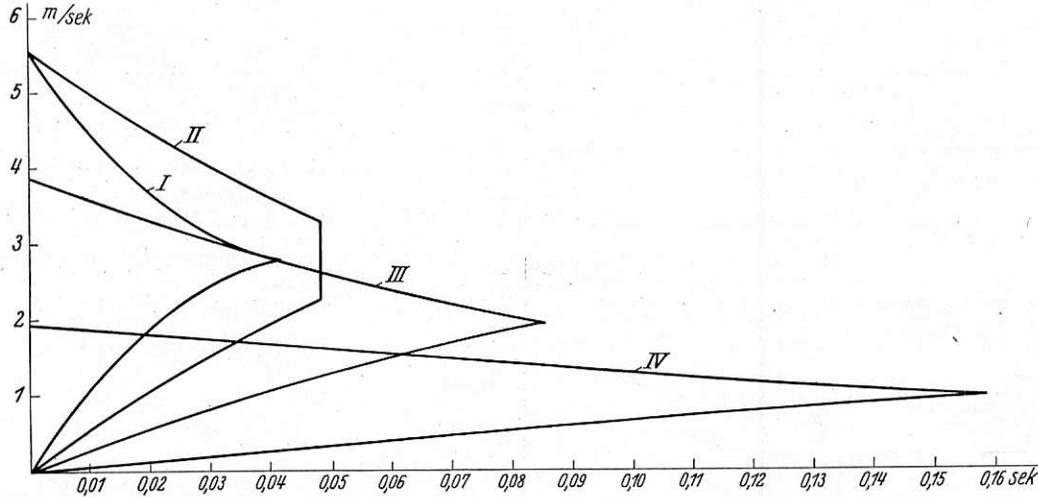


Abb. 14.

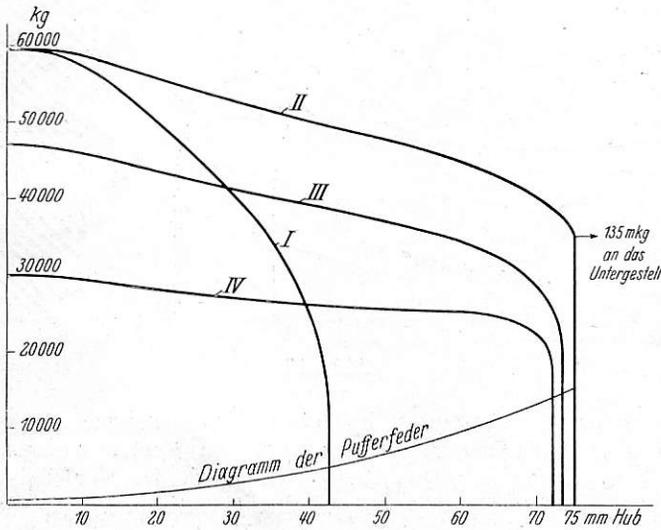


Abb. 15.

Kurve I nützt den vorhandenen Pufferhub nicht aus und scheidet daher für die vergleichende Betrachtung aus. Im Falle II wird der Pufferhub vollkommen ausgenutzt, lediglich ein kleiner aber unbedeutender Rest unelastischer Arbeit verbleibt. In den Fällen III und IV wird der Pufferhub bis auf unbedeutende Bruchteile desselben voll ausgenutzt. Wie aus den

Diagrammen der Abb. 15 ersichtlich, ergibt sich auch für das Auflaufen zweier Fahrzeuge aufeinander der gleiche Übelstand wie beim Auflauf auf den Prellbock, d. h. mit wachsender Wagenmasse und somit mit wachsendem Arbeitsbedarf sinkt die Aufnahmefähigkeit des Puffers. Beim 80 t-Wagen beträgt sie fast nur die Hälfte der für den 20 t-Wagen verfügbaren.

Ein ähnliches Ergebnis zeigen auch die Aufläufe von Wagengruppen, welche mit Flüssigkeitspuffern ausgerüstet sind, jedoch sollen diese Untersuchungen einer späteren Arbeit

vorbehalten bleiben, ebenso auch das Verhalten der Flüssigkeitspuffer in der Zusammenarbeit mit Federpuffern.

Es sei noch besonders hervorgehoben, daß bei den vorliegenden Untersuchungen die Arbeitsfähigkeit des Wagens und der Ladung selbst vernachlässigt wurde, da dies für die grundlegende Untersuchung nicht von Belang ist.

Zusammenfassung.

Es wird untersucht, welche Diagrammform die für den Eisenbahnpuffer günstigste ist, und zwar mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Wagenteile. Die Untersuchung ergibt, daß es nicht möglich ist, durch Anwendung von Arbeitsorganen mit vollkommen oder angenähert rechteckigen Arbeitsdiagrammen ohne Mehrbeanspruchung der Wagenteile eine größere Arbeitsaufnahme zu erreichen als mit linear ansteigenden. In diesem Zusammenhange wird das Verhalten der Wagentragefedern für die verschiedenen Arbeitsdiagramme der Puffer während des Pufferungsvorganges untersucht und vorerwähnte Behauptung bestätigt. Es wird weiter das Verhalten von Flüssigkeitspuffern mit vollkommen oder angenähert rechteckigen Arbeitsdiagrammen für die Pufferung verschieden großer Wagenmassen betrachtet und nachgewiesen, daß Flüssigkeitspuffer für den Eisenbahnbetrieb ungeeignet sind, da ihre Arbeitsfähigkeit mit dem Wachsen der abzufangenden Massen mehr und mehr unwirksam werden.

Die elektrische Zugbeleuchtungswerkstätte im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Neuaubing.

Von H. Knorr, München.

Hierzu Tafel 20.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat seit 1924 alle vierachsigen D-Zug-Wagen, soweit diese noch Gasbeleuchtung besaßen, mit elektrischer Beleuchtung ausrüsten lassen, ferner hat sie angeordnet, daß neue Personenwagen gleich von Anfang an mit elektrischer Beleuchtung einzurichten sind. Neuerdings wurde auch damit begonnen, Wagen des Nebenbahn-

verkehrs, die überwiegend noch mit Petroleum beleuchtet sind, mit elektrischer Beleuchtung auszurüsten. Ferner sind im Laufe der letzten fünf Jahre auch viele Bahnpostwagen elektrisch beleuchtet worden.

Unter solchen Verhältnissen stieg die Zahl der elektrisch beleuchteten Wagen und damit der Umfang der Unterhaltungs-

arbeiten an den elektrischen Zugbeleuchtungseinrichtungen rasch an. Unterhaltungsbezirke, die früher nur einige elektrisch beleuchtete Wagen zu unterhalten hatten, sahen sich plötzlich einer Vielzahl solcher Wagen gegenüber. Sie waren gezwungen, die vorhandenen Lade- und Reparaturstellen, die meistens nur behelfsmäßig waren, zu ergänzen oder durch neue leistungsfähigere zu ersetzen. Diese Maßnahmen genügten aber nur für die laufende Unterhaltung der Zugbeleuchtungseinrichtungen; für die Hauptuntersuchung dieser Einrichtungen waren sie unzulänglich. Es muß dabei berücksichtigt werden, daß die elektrische Zugbeleuchtung ihrer Eigenart wegen ganz besonders sorgfältig unterhalten werden muß, wenn sie den Anforderungen des Betriebes gewachsen sein soll. Dazu kommt, daß — als Folge der Entwicklung — zur Zeit noch fünf verschiedene Zugbeleuchtungssysteme in Verwendung sind, die alle einer mehr oder minder sorgfältigen Sonderbehandlung bedürfen.

Unter solchen Umständen faßte die Gruppenverwaltung Bayern im Jahr 1926 den Entschluß, dem Reichsbahnausbesserungswerk „Neuaubing“ eine besondere Zugbeleuchtungswerkstätte anzugliedern. Diese Werkstätte ist seit 1927 in Betrieb. Sie ermöglicht die Instandhaltung aller elektrisch beleuchteten Wagen des südlichen Bayern, außerdem die Behebung größerer Schäden an den elektrisch beleuchteten Wagen Nordbayerns. Gleichzeitig dient sie als Mutterwerkstätte für jene Dienststellen, denen elektrisch beleuchtete Wagen zur laufenden Unterhaltung zugeteilt sind. Auf diese Weise ist es gelungen, die Arbeitsausführung sowie die Stoffbeschaffung und -verteilung für einen größeren Bezirk wirtschaftlich zusammenzufassen.

Die elektrisch beleuchteten Wagen des pfälzischen Netzes der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Gruppenverwaltung Bayern werden vom Reichsbahn-Ausbesserungswerk Ludwigs-hafen, jene des nordbayerischen Netzes vom Reichsbahn-Ausbesserungswerk Nürnberg unterhalten.

Im nachstehenden soll die Einrichtung und der Arbeitsgang der Zugbeleuchtungswerkstätte Neuaubing näher beschrieben werden.

Die Werkstätte wurde mangels eines anderen geeigneten Platzes im Obergeschoß der südlichen Wagenhalle, in dem infolge organisatorischer Maßnahmen passende Räume freistanden, untergebracht. Ihre Anlage ist aus Abb. 1, Taf. 20 ersichtlich. Hiernach gliedert sich die Werkstätte in:

1. einen Werkstattraum zur Instandsetzung der Maschinen und Regler (H) mit dazugehörigem Ersatzlager (F) und Austauschlager (G). Vorübergehend dienen diese Räume auch für die Instandsetzung der elektrischen Zugheizungseinrichtungen;
2. einen Raum zur Prüfung der Maschinen und Regler (J und K);
3. einen Maschinenraum (D);
4. einen Werkstattraum zur Instandsetzung der Sammler (B) mit dazugehörigem Ersatzlager (E);
5. einen Sammlerladeraum (C);
6. einen Raum für den Werkmeister (L), ferner einen Aufenthalts- und Waschräum (M und N) für das Werkstattpersonal.

Die Verbindung zwischen der Wagenhalle und der Werkstätte vermitteln ein elektrisch betriebener Lastenaufzug (A) sowie zwei Treppen. Der Förderweg — Wagenhalle, Aufzug, Werkstätte und zurück — ist zwar etwas hemmend für den Betrieb, jedoch wird dieser Nachteil bis zu einem gewissen Grade wieder ausgeglichen durch die günstige Raumeinteilung der Werkstätte, die es ermöglicht, die einzelnen Arbeiten auf kürzestem Wege in richtiger Reihenfolge auszuführen. Falls bei weiterer Einführung der elektrischen Zugbeleuchtung die

Werkstätte sich als zu klein erweist, ist geplant, die Sammlerwerkstatt in einen Erdgeschoßraum und zwar in nächster Nähe der Wagen-Eingangs- und Ausgangsgleise — allenfalls in Verbindung mit einer Reparatur- und Ladestation für Elektrokarren- und Triebwagensammler — unterzubringen und die dadurch frei werdenden Räume für die Instandsetzung der elektrischen Zugheizungseinrichtungen zu benutzen. Die übrigen Werkstatträume könnten unverändert beibehalten werden.

Bevor auf die Einrichtung der einzelnen Werkstatträume eingegangen wird, sei in groben Umrissen der Arbeitsgang geschildert, wie er sich bei der Ausbesserung der elektrischen Beleuchtungsausrüstung eines D-Zugwagens als zweckmäßig herausgestellt hat:

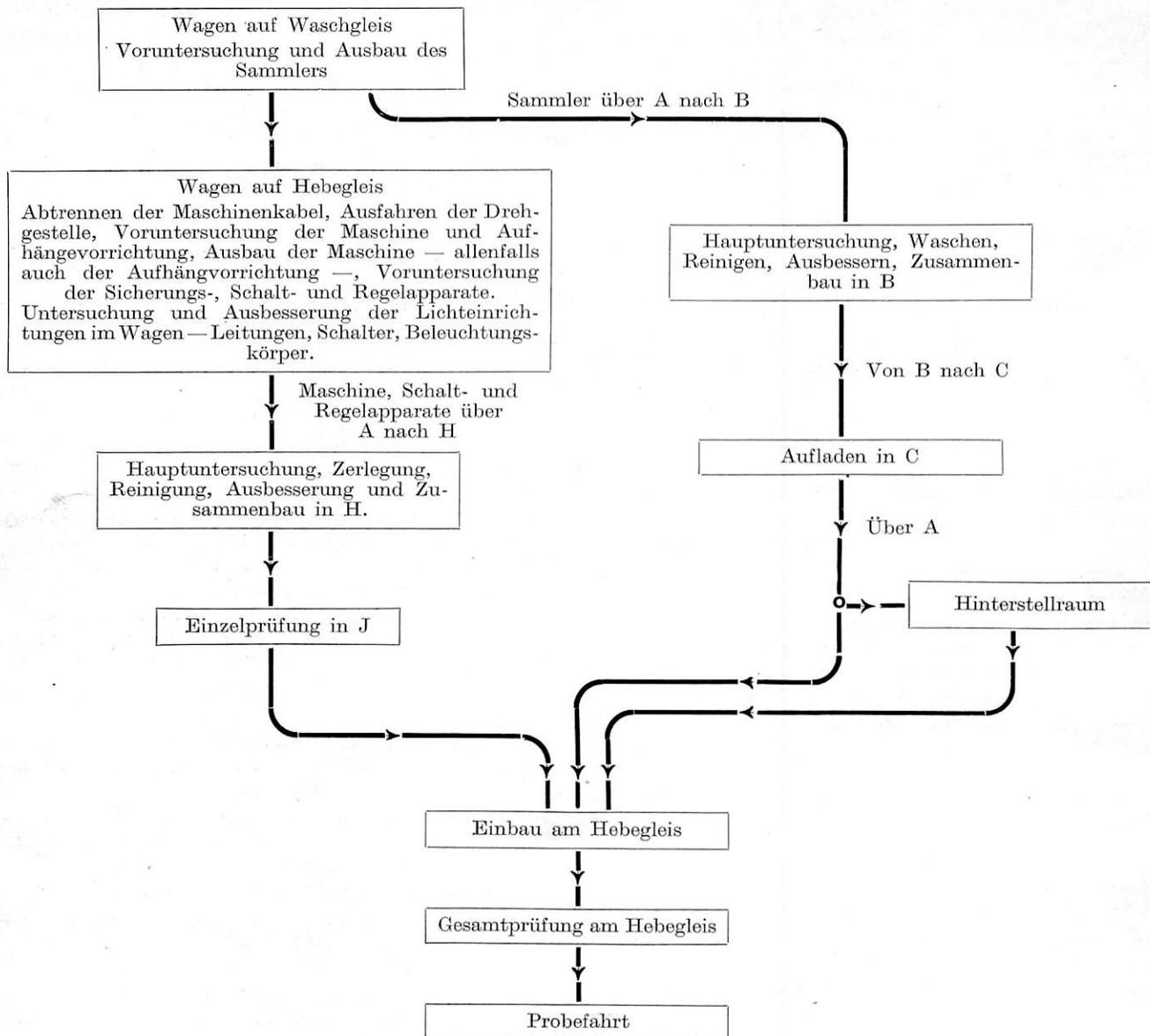
Sobald der zur Hauptuntersuchung bestimmte Wagen auf dem Waschgleis angelangt ist, wird der Sammler in bezug auf Schlammansatz, Säuredichte und Beschaffenheit der Kästen untersucht. Ergeben sich dabei Anstände, so wird der Sammler ausgebaut und mittels Ladebühnen-Hubwagen über den Aufzug A zum Werkstattraum B gebracht. Der Wagen (ohne Sammler) wandert inzwischen weiter zum Hebegleis. Dort werden, nachdem die Maschinenkabel abgetrennt und die Drehgestelle ausgefahren sind, zunächst die Maschine und die Aufhängevorrichtung untersucht, um etwaige grobe Schäden feststellen zu können. Hierauf erfolgt der Ausbau der Maschine — allenfalls auch der Aufhängevorrichtung. Nebenher geht die Voruntersuchung der Sicherungs-Schalt- und Regelapparate sowie die Untersuchung und Ausbesserung der Lichteinrichtungen im Wagen. Die Maschine, und soweit sich an den Schalt- und Regelapparaten Anstände ergeben haben, auch diese, werden dann auf Hubbühnen-Wagen geladen und über den Aufzug A zum Werkstattraum H gebracht. Hier findet die Hauptuntersuchung, Zerlegung, Reinigung und Ausbesserung sowie der Zusammenbau der einzelnen Teile statt. Inzwischen wurde im Raum B der Sammler gründlich untersucht, auseinandergenommen, gewaschen, gereinigt und ausgebessert und wieder zusammengebaut. Der Sammler wandert dann weiter zum Laderaum C. Die im Raum H ausgebesserten Ausrüstungsteile werden dann einzeln im Raum J geprüft und, sobald deren einwandfreie Arbeit festgestellt ist, über den Aufzug A zur Einbaustelle gebracht, wo inzwischen vom Laderaum C — allenfalls vom Hinterstellraum — auch der Sammler eingetroffen ist. Wenn alle Teile in den Wagen eingebaut sind, findet eine Gesamtprüfung mit Hilfe eines in die Arbeitsgrube eingebauten Prüfmotors statt, der die mit dem Sammler parallel arbeitende Zuglichtmaschine antreibt. Ergibt die Prüfung ein einwandfreies Arbeiten der Zuglichtausrüstung, so wird der Wagen in den Werkstätteprobefahrt eingestellt, um feststellen zu können, ob die Ausrüstung, insbesondere der Antrieb, auch während der Fahrt richtig arbeitet. Etwaige Nachstellungen am Regler werden gleich während der Probefahrt vorgenommen. Bei zufriedenstellendem Ergebnis dieser Probefahrt wird der Wagen wieder dem Betrieb zugeführt.

Zur Gewinnung eines besseren Überblickes ist auf Seite 368 der Arbeitsvorgang nochmals in Form eines Schaubildes dargestellt.

Sollte bei dem genannten Arbeitsgang die rechtzeitige Überholung der Ausrüstungsteile in Frage gestellt sein, so erübrigt nur, nach den Grundsätzen des Austauschbaues zu verfahren, also ausgebesserte Ausrüstungsteile sofort durch andere im Vorrat ausgebesserte Teile zu ersetzen.

Bei Wagen, die dem Werk nur zur Behebung eines bestimmten Schadens zugeführt werden, weicht der Arbeitsgang insofern von dem beschriebenen ab, als die Instandsetzung sowie die Gesamtprüfung gewöhnlich gleich am Standort des Wagens vorgenommen werden. Auch in diesem Falle wird zur Kontrolle noch eine Probefahrt vorgenommen.

## Arbeitsgang der Ausbesserung eines elektrisch beleuchteten D-Zug-Wagens.



Über die Einrichtung der Werkstatträume und den Werkstattbetrieb ist folgendes zu sagen:

Die Raumeinteilung erfolgte nach dem Grundsatz: Richtige Arbeitsfolge und kurze Beförderungswege. Wird z. B. der Weg verfolgt, den ein Sammler bis zu seinem Wiedereinbau machen muß, so sehen wir diesen, auf einem Hebebühnen-Wagen verladen, ankommen mit dem Aufzug A. Von hier aus wandert er weiter zum Werkstattraum B, wird dort vorschriftsmäßig instandgesetzt, um hierauf in dem anschließenden Raum C die nötige Aufladung zu erhalten. Von diesem Raum aus wird der Sammler über den Aufzug A entweder gleich zur Einbaustelle oder in den Hinterstellraum gebracht. An den Werkstattraum B schließt gleich das Sammler-Ersatzlager an.

Für die Lichtmaschinen und Regler verläuft der Arbeitsweg so, daß diese Teile, auf Hebebühnen-Wagen verladen, über den Aufzug A dem Raum H zugeführt, dort untersucht und instandgesetzt und hierauf dem Raum J mit den Sammlerkammern K zur Prüfung zugeleitet werden. Von hier aus wandern sie wieder zur Einbaustelle. Die erforderlichen Ersatz- und Austauschlager F und G finden sich auch hier wieder in nächster Nähe des zugehörigen Werkstattraumes (H).

Die Aufsichts- sowie die Aufenthalts- und Waschräume befinden sich im mittleren Teil der Werkstatt.

Im Raume D ist die erforderliche Stromerzeugungs- und Ladeanlage untergebracht. Da im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Neuaubing nur Drehstrom zur Verfügung stand, blieb nichts anderes übrig, als den zum Betrieb der Prüfstände sowie der Sammlerladestellen benötigten Gleichstrom auf dem Wege über eine Stromumformung zu gewinnen. Man wählte im vorliegenden Falle Motorgeneratoren, und zwar einen Umformersatz (Prüfumformer k) für eine Gleichstromleistung von 230 V 50 A bei  $n = 1440/\text{Min.}$  und zwei Umformersätze (Ladeumformer i) für eine Gleichstromleistung von je 24/33 V 600/435 A bei  $n = 1450/\text{Min.}$  Die schalttechnische Verbindung dieser Umformer mit den Prüfständen und Sammlerladestellen vermittelt eine Schalttafel (h). Über die Schaltung der gesamten Stromerzeugungs- und Ladeanlage gibt die Abb. 2, Taf. 20 eingehend Aufschluß. Der Aufbau des Maschinenraumes ist aus dem Grundrißplan der Werkstatt ersichtlich. Einen Blick auf die Schalttafel gibt Abb. 1. Neben dem Prüfumformer k wurde nachträglich noch ein kleiner Umformer zum Laden von Elektrokarrensammlern aufgestellt. Die Abb. 2 zeigt diese beiden Umformer mit der dazu gehörigen Schalttafel.

Bei der Wichtigkeit, welche der Instandhaltung der Sammler, Maschinen und Reglerapparate zukommt, sollen nachstehend die Einrichtungen in den dafür bestimmten Werkstatträumen noch etwas eingehender besprochen werden.

Sammlerwerkstatt mit Laderaum (Abb. 1, Taf. 20 und Textabb. 3 und 4).

Die Werkstatt ist ausgerüstet mit einem Spültisch (a) und mit Werkstischen (b) für den Ausbau und die Instandsetzung der Plattensätze und Kästen. Ferner enthält sie je einen Bottich für destilliertes Wasser (c) und Säure (d). An den Wänden befinden sich säurefeste Waschbecken (e).

Die Ausrüstung des Laderaumes umfaßt zehn Ladenschlüsse, die als feste Schraubkontakte durchgebildet und fortlaufend numeriert sind. Die verwendeten Ladetische (g) sind so gebaut, daß sie ohne weiteres von einem Hubwagen aufgenommen werden können. Ein säurefestes Waschbecken (e)

festgestellt. Hierzu dient ein dünner, gefugter Holzstreifen, der bis zum Kastenboden eingeführt und dann wieder herausgenommen wird. An der braunen Färbung seines unteren Endes wird festgestellt, wie hoch der Bodensatz liegt. Beträgt die Bodensatzhöhe mehr als 25 mm, so wird eine Auswaschung der Elemente am Spültisch vorgenommen, um zu verhüten, daß bis zur nächsten Wagenhauptuntersuchung eine Schlußbildung im Element durch Bodensatz entsteht. Diese Auswaschung findet auch statt, wenn neue Plattensätze eingesetzt werden müssen.

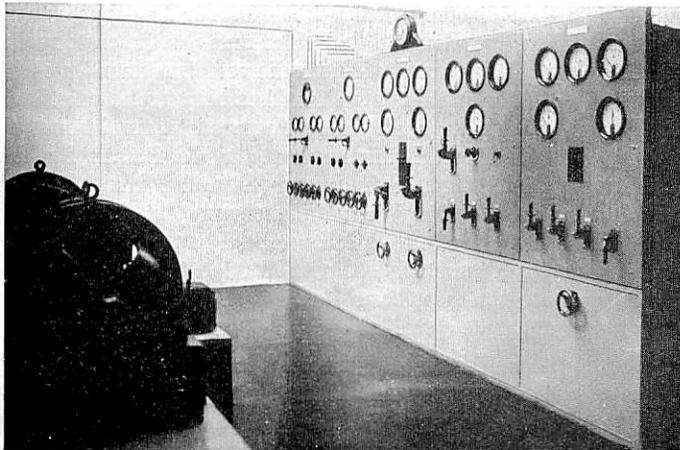


Abb. 1. Maschinenraum.

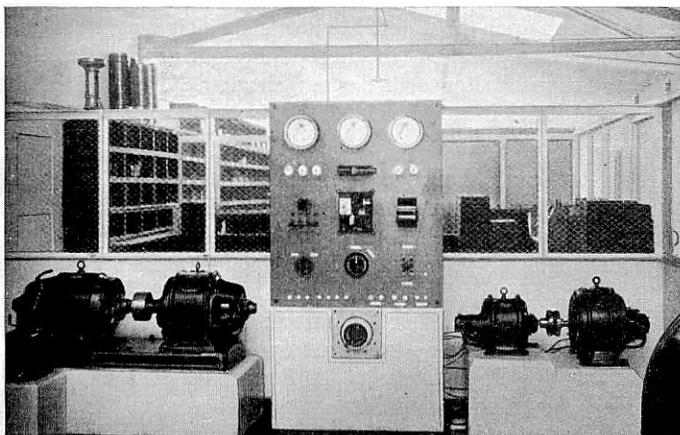


Abb. 2. Prüfumformer (links) und Ladeumformer für Elektrokarren (rechts) mit Schalttafel. Blick auf das Ersatzlager für Sammler.

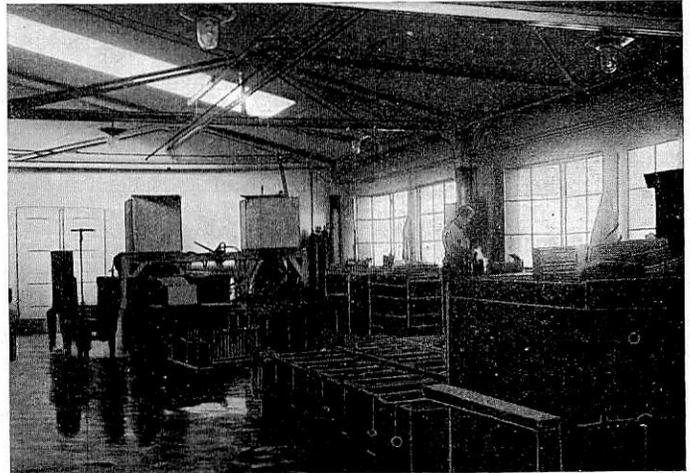


Abb. 3. Sammlerwerkstätte.

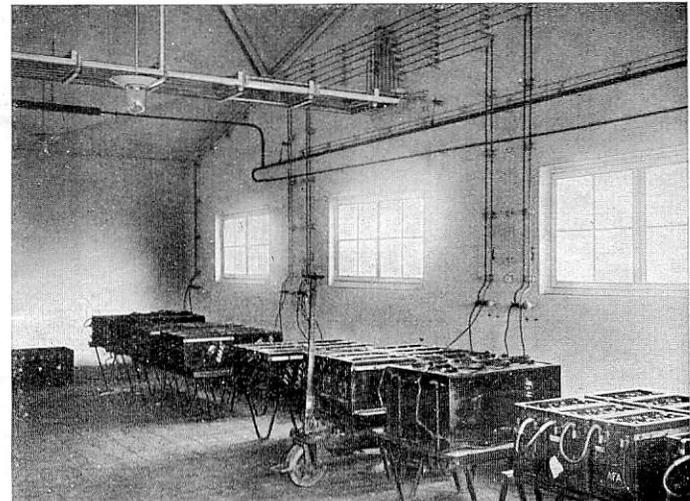


Abb. 4. Laderaum.

und einige fahrbare Säureflaschen (f) vervollständigen die Ausrüstung.

Die Sammler werden nach ihrem Eintreffen in der Werkstatt sogleich gründlich untersucht, namentlich in bezug auf gute Beschaffenheit der Kästen, Beschläge, Verbindungen und Ableitungen. Gleichzeitig wird die Höhe des Säurespiegels, die 10 mm über Plattenoberkante betragen soll, festgestellt und die Säuredichte sämtlicher Zellen gemessen. Nach Abnahme der Glasabdeckscheiben werden dann die Zwischenräume der Platten mittels einer Reflektorlampe abgeleuchtet, wobei festgestellt wird, ob die Platten die normale Färbung (+ dunkelbraun, - blaugrau) oder Abweichungen hiervon zeigen, sei es als Folge von Unterladungen oder Verunreinigung der Säure, ferner ob nicht an den negativen Platten eine starke Schwammbildung infolge Dauerüberladung eingetreten ist. Im Anschluß hieran wird dann die Höhe des Bodensatzes

Ist eine Bodensatzentfernung oder eine Plattenerneuerung nicht erforderlich, so werden die Kästen, Beschläge, Leitungen, Verbindungen usw. sachgemäß gereinigt. Schließlich werden die Kästen mit säurefester Farbe nachgestrichen und die Leitungen und Verbindungen zur Verhütung von Oxydbildung mit dickflüssigem Öl leicht eingefettet. Die so behandelten Sammler gelangen dann in den Laderaum. Hier wird jeder Sammler zunächst mit der zulässigen Stromstärke bis zur lebhaften Gasentwicklung geladen. Dann wird die Stromstärke um die Hälfte herabgesetzt und die Ladung so lange fortgesetzt, bis beide Plattensorten gleichmäßig und lebhaft gasen und die Säuredichte und Stromstärke zwei Stunden nicht mehr steigen. Im geladenen Zustand des Sammlers muß das spezifische Gewicht der Säure 1,2 betragen. Andernfalls ist dieses entsprechend auszugleichen. Nach dieser Behandlung wird der Sammler zur Einbaustelle oder in den Hinterstellraum

gebracht. Sammler, die längere Zeit hinterstellt werden müssen, werden alle vier Wochen je nach Bedarf nachgeladen.

Werkstattraum für die Instandsetzung der Maschinen und Regler sowie Prüfraum.

Während der Werkstattraum H nur einige Werkbänke (m) und eine Drehbank (n) enthält, umfaßt der Prüfraum J eine rostartig ausgebildete Maschinen-Aufspannplatte in den Ausmaßen  $3,5 \times 9$  m, eine Motorschalttafel (o) zum Anschluß der Prüfmotoren (q in Abb. 1, Taf. 20) mit Anlaß- und Regelapparaten (p), ferner einen Prüfstand für die Zuglicht-Apparatafeln (s) und die dazugehörigen Prüfsammler (K). Dazu kommt noch eine Kranbahn (t) mit Laufkatze über dem Maschinenprüffeld.

Bei der Instandsetzung der Lichtmaschinen muß dem Kollektor, den stromableitenden Teilen und den Lagern besondere Sorgfalt zugewendet werden, bei der Instandsetzung der Regler und Selbstschalter den Kontaktstellen und den Dämpfern. Die Kohlesäulen bei den Kohleregler erfahren eine Sonderbehandlung.

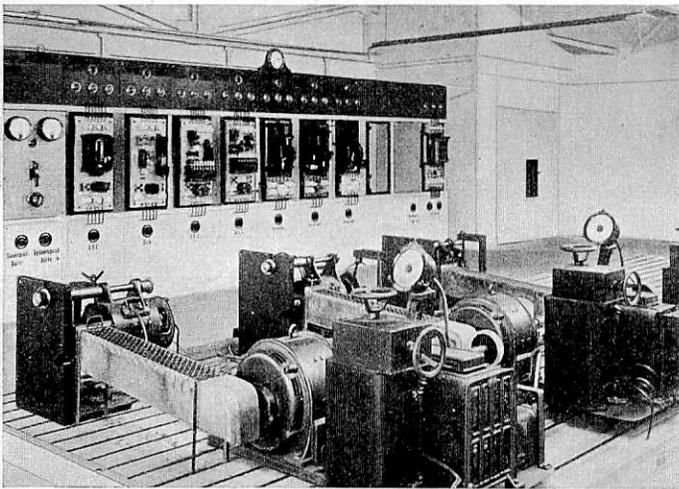


Abb. 5. Prüfraum.

Sind die Arbeiten alle durchgeführt, so wandern die Maschinen und die Regler in den Prüfraum. Ergibt die Prüfung keinen Anstand, so werden die genannten Ausrüstungsteile entweder gleich an die Einbaustelle oder in das Austauschlager gebracht.

Die Einrichtungen des Prüfraumes sind aus dem Grundrißplan der Werkstätte und aus Textabb. 5 sowie Abb. 3 und 4, Taf. 20 ersichtlich. Auf der rostartig ausgebildeten Maschinen-Aufspannplatte sind vorerst drei Prüfsätze, nämlich ein Satz für Dauerprüfungen von Lichtmaschinen und zwei Sätze für Einzelprüfungen von Lichtmaschinen im Zusammenhang mit den dazugehörigen Zuglicht-Apparatafeln und Sammlern angeordnet. Jeder Maschinenprüfsatz besteht aus einem regelbaren Prüfmotor (q in Abb. 1, Taf. 20) mit Anlaß- und Regelapparat (p) und einer Aufspannvorrichtung für die zu prüfenden Lichtmaschinen (r). Erweiterungsmöglichkeit ist gegeben.

Die an die Motorschalttafel (o in Abb. 1, Taf. 20) mit 220 V angeschlossenen Prüfmotoren sind Gleichstrom-Nebenschlußmotoren für eine normale Drehzahl von  $n=1000$ /Min, regelbar im Nebenschluß von  $n=1000$  bis  $3000$ /Min und im Anker bis  $n=250$ /Min. Sie leisten bei  $n=1000$  bis  $3000$ /Min etwa 6 kW. Von  $n=1000$ /Min abwärts vermindert sich die Leistung im gleichen Verhältnis mit der Drehzahl und beträgt bei  $n=250$ /Min noch etwa 1,5 kW. Ihre Drehzahl wird durch einen am Anlassergerüst eingebauten Deuta-Geschwindigkeits-

messer festgestellt, der über ein Vorgelege von einer auf der Prüfmotorwelle (Kollektorseite) sitzenden 80 mm-Scheibe angetrieben wird und einen Meßbereich von  $3500-0-3500$  besitzt. Die Regulieranlasser sind in Controllerform gebaut für Anlauf der Prüfmotoren mit normalem Drehmoment sowie für Regulierung im Nebenschluß und im Anker in den oben genannten Grenzen. Sie besitzen einen aufgebauten nur in der Nullstellung zu betätigenden Umschalter für Rechts- und Linkslauf der Motoren. Der Durchmesser der Prüfmotor-Riemenscheibe beträgt 125 mm. Die zu prüfende Lichtmaschine wird mittels Riemen angetrieben.

Die Prüfschalttafel (Abb. 3 und 4, Taf. 20) besteht aus elf Feldern; darunter sind zwei Reservfelder für Sonderprüfungen. Das äußerste linke Feld ist für Dauerprüfungen bestimmt. Die folgenden sieben Felder und das äußerste rechte Feld enthalten die Apparatafeln für die verschiedenen Zuglichtsysteme, und zwar in den gleichen Ausführungen, wie sie in den Wagen eingebaut sind. Die Apparatafeln können je nach Bedarf auf einen Prüfsammler, der als Ersatz für den normalerweise im Wagen befindlichen Sammler anzusehen ist, geschaltet werden. Die Wagenbeleuchtung ist durch einen hinter dem betreffenden Schalttafeld angebrachten Belastungswiderstand ersetzt. Falls im Betrieb ein Beleuchtungssystem ganz ausscheidet, kann das betreffende Schalttafeld leicht für das Ersatzsystem abgeändert werden.

Von den Maschinensätzen arbeitet der Satz 1 ausschließlich auf das Dauerprüffeld, während die beiden übrigen Sätze je nach Bedarf auf die Systemtafeln geschaltet werden können. Die Verbindung der Lichtmaschinenleitungen mit den Systemtafeln erfolgt durch ein biegsames Prüfkabel mit unverwechselbaren Steckkontaktklemmen. In der Regel wird immer nur eine Maschine über die zugehörige Systemtafel geprüft. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, gleichzeitig zwei Maschinen zu prüfen. Es braucht in diesem Falle nur der Sammelschienen-Trennschalter geöffnet zu werden. Die Prüfschalttafel wird dann in zwei schalttechnisch voneinander unabhängige Teile zerlegt.

Die Art und Weise, wie die Prüfanlage benützt wird, läßt sich am besten an Hand eines Beispiels erklären. Angenommen, es sei eine BBC-Lichtmaschine mit dem dazugehörigen Regler zu prüfen. Die Maschine leistet  $26,5$  V/32 A bei  $n=440/2200$ /Min und besitzt einen Riemenscheibendurchmesser von 140 mm. Es sind dann zunächst folgende Arbeiten auszuführen: Einhängen der Lichtmaschine in die Aufspannvorrichtung des Prüfstandes 2, Auflegen des Antriebsriemens, Herstellen der Kabelverbindungen zwischen den Maschinenklemmen und den Prüfstandklemmen, Einbau des Reglers in das mit BBC bezeichnete Schalttafeld, Anschluß des Schalttafel-Prüfkabels an die Klemmen der BBC-Systemtafel, Zuschalten des Prüfsammlers auf die Sammelschiene und über diese auf die BBC-Systemtafel und als letztes Anschließen eines fahrbaren Meßtisches an die Systemtafel-Meßklemmen. Der Prüfungsvorgang spielt sich dann weiterhin wie folgt ab:

Der Prüfmotor 2 wird langsam auf eine Drehzahl von etwa 700/Min gebracht. Dabei wird beobachtet, ob die Maschine funkenfrei läuft und der selbsttätige Schalter, der die zu prüfende Lichtmaschine parallel zum Prüfsammler legt, rechtzeitig, d. h. in unserem Falle bei etwa 25 bis 26 V, einschaltet. Ist dies der Fall, so wird die Drehzahl des Prüfmotors so lange erhöht, bis sie einer Zuggeschwindigkeit von etwa 60 km/h gleichkommt. Die Feststellung der Drehzahlen erfolgt dabei unter Zuhilfenahme einer Schaulinientafel nach Abb. 6, in welcher die Abhängigkeit der Lichtmaschinen-Drehzahl von der Prüfmotor-Drehzahl bei verschiedenen Riemenscheibendurchmessern sowie die Beziehungen zwischen Prüfmotor-Drehzahl und Zuggeschwindigkeit dargestellt sind.

Es ist aus dieser Schaulinientafel z. B. ersichtlich, daß der oben genannten Prüfmotor-Drehzahl von 700/Min eine Zuggeschwindigkeit von 34,5 km/h bzw. eine Lichtmaschinen-Drehzahl von 630/Min gleichkommt, und zwar bei einem Wagenraddurchmesser = 990 mm, Achsriemenscheibendurchmesser = 475 mm, Prüfmotor = Riemenscheibendurchmesser = 125 mm und einem Dynamo-Riemenscheibendurchmesser = 140 mm.

Der Lauf der Lichtmaschine und die Arbeit der Regelapparate werden unterdessen weiter beobachtet, und zwar in Tages- und Nachtschaltung. Die Regelapparate müssen gleich nach dem Zuschalten des Maschinenselbstschalters zu arbeiten beginnen. Die Beobachtungen werden so lange fortgesetzt, bis der Spannungsbegrenzer anspricht. Allenfallsige Unregelmäßigkeiten im Arbeiten der Schalt- und Regelapparate werden durch Einstellen der auf der Apparatetafel sitzenden Abgleichwiderstände behoben. Zeigt sich dann, daß die Apparate

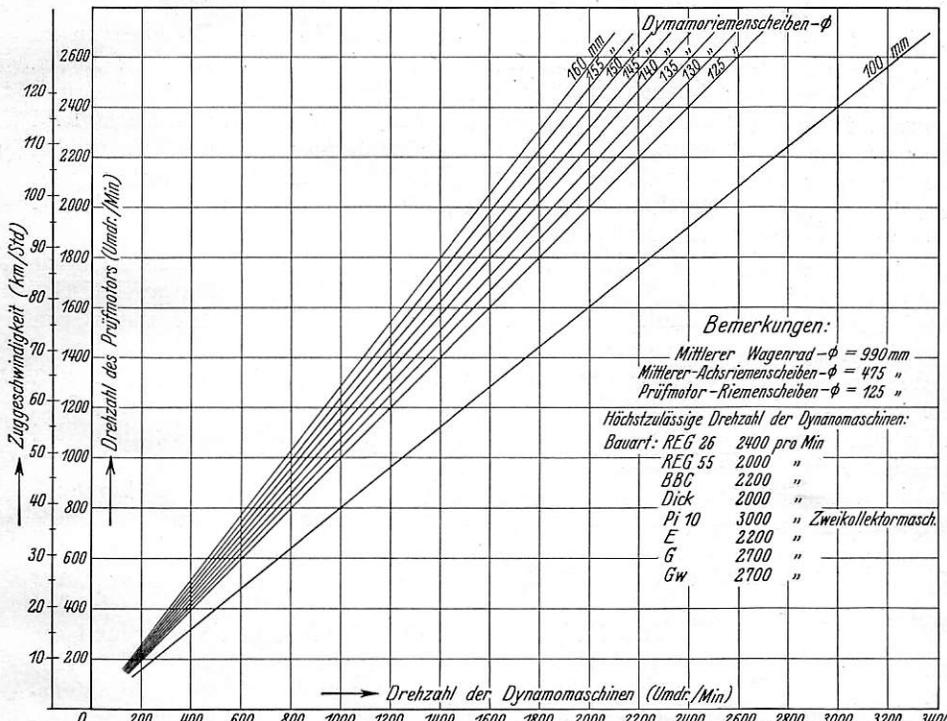


Abb. 6. Schaulinientafel zur Feststellung der Lichtmaschinen-Drehzahlen.

einwandfrei arbeiten, so wird die Lichtmaschine unter Beobachtung ihres Laufes auf eine Drehzahl = 100 km/h Zuggeschwindigkeit gebracht. Verlaufen auch dabei die Proben anstandslos, so wird die Drehzahl des Prüfmotors langsam verringert, damit auch beim Abnehmen der Drehzahl der Lichtmaschine, d. h. bei abnehmender Zuggeschwindigkeit, die Arbeitsweise der Regelapparate und das Zusammenarbeiten zwischen Lichtmaschine und Sammler beobachtet und berichtigt werden können. Besonders wichtig ist dabei die Feststellung, ob der Maschinenselbstschalter rechtzeitig ausschaltet, d. i. in unserem Falle bei etwa 25 bis 26 V. Anschließend hieran muß dann noch geprüft werden, ob die Bürstenstellvorrichtung der Lichtmaschine einwandfrei arbeitet, insbesondere, ob ihr Bürstenhalter bei Drehrichtungswechsel der Maschine sofort die richtige Lage auf dem Kollektor einnimmt.

Sind die Proben abgeschlossen, so werden die Maschinen und Regelapparate entweder unmittelbar an die Einbaustelle oder in das Austauschlager gebracht.

Zu erwähnen wäre noch, daß die Werkstätte auch für Unterrichtszwecke benützt wird. Da in dem Prüfraum alle Zugbeleuchtungssysteme betriebsmäßig vorgeführt werden können, besteht die Möglichkeit, das beteiligte Personal kursmäßig mit den Einrichtungen der Zugbeleuchtung vertraut zu machen und mit ihm jene Erfahrungen zu besprechen, die der Betrieb und die Werkstätte sammeln konnten. Ein solcher Gedankenaustausch trägt am besten dazu bei, Mängel aufzudecken.

Im Zusammenhang damit möchte ich noch erwähnen, daß die Gruppenverwaltung Bayern von allem Anfang an darauf bedacht war, die Zugbeleuchtungseinrichtungen so durchzubilden und einzubauen, daß ihre Beaufsichtigung und Instandhaltung möglichst wenig Schwierigkeiten verursacht. Dies tritt besonders bei der Apparatetafel hervor. Sie ist in leicht erreichbarer Höhe eingebaut, außerdem sind an ihr alle Teile von der Vorder- und Rückseite zugänglich. Das sind

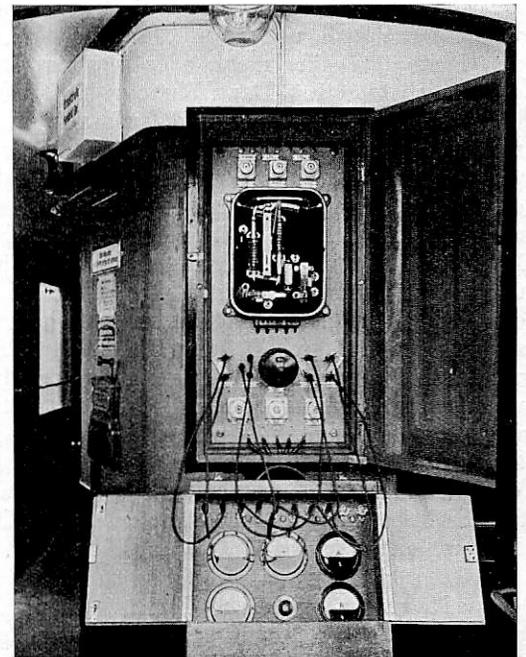


Abb. 7. Zugbeleuchtungs-Apparatetafel im D-Zugwagen mit Meßkoffer.

Vorteile, die sich besonders bei der Behebung kleiner Mängel zeigen, namentlich, wenn hierfür nur eine geringe Zeit verfügbar ist. Es ist dadurch schon manche Wagenausstellung vermieden worden. Erleichtert wird die Überwachung der Beleuchtungsausrüstung auch noch durch die Einführung eines tragbaren Meßkoffers, der mit Hilfe von Steckanschlüssen so mit den Meßklemmen der Apparatetafel verbunden wird, daß die Arbeitsweise der Maschine, des Sammlers und der Regelapparate ohne Unterbrechung des Lichtbetriebes während der Fahrt beobachtet werden kann. Die Anwendung dieses Meßkoffers ist aus der Abb. 7 ersichtlich, welche den Einbau einer BBC-Apparatetafel darstellt.

Zum Schluß möchte ich noch jene Firmen nennen, die hauptsächlich an den Einrichtungen der Zugbeleuchtungswerkstätte beteiligt waren. Es sind dies für den elektrotechnischen Teil die Firma Bayer. Bergmannwerke G. m. b. H., München und für den säuretechnischen Teil der Sammlerwerkstatt die Firma Akkumulatorenfabrik A. G. Berlin, Ingenieurabteilung München.

## Neues mechanisches Verfahren der Gleisüberwachung.

Von Reichsbahnrat **Heinrich Beck**, Bad Münster a. Stein.

Hierzu Tafel 21.

Um den Zustand des Gleises in fortlaufender Weise im Betriebe zu überwachen, hat Verfasser eine einfache Vorrichtung entworfen, die auf jeder beliebigen Lokomotive mit Schlepptender angebracht werden kann. Bevor an die nähere Beschreibung gegangen wird, müssen, um die Zuverlässigkeit und Zulässigkeit des Verfahrens zu zeigen und zu begründen, einige Ausführungen über das dynamische Verhalten der Fahrzeuge während der Fahrt gemacht werden.

Wenn man durch das Stirnwindfenster eines D-Zugwagens das Spiel der Puffer oder auf der Lokomotive die Bewegungen des Tenders zur Lokomotive beobachtet, so wird man wohl immer anzunehmen geneigt sein, dass hier vollständig unentwirrbare Bewegungsvorgänge vorliegen. Das ist jedoch nach den Ursachen, die sie erzeugen, nicht der Fall.

Da ein vollkommen gleichmäßiges Stopfen eines Gleises weder maschinell noch von Hand möglich ist, tritt unter der Last stets eine mehr oder weniger große Verwindung der Fahrbahn ein. Das Fahrzeug läuft der jeweils tiefer liegenden Schiene zu, bewegt sich also in einer unregelmäßigen langgestreckten Wellenlinie, einer Langwelle, vorwärts. Weit ausschlaggebender wird der Fahrzeuglauf durch die in den Kurven auftretenden, horizontal auf den Spurkranz der führenden Achse wirkenden Richtkräfte beeinflusst. Da diese Kräfte auf die Hauptmasse des Fahrzeuges elastisch übertragen werden, spricht diese, d. h. der abgefederte Teil des Wagens oder der Lokomotive mit einer gewissen Verzögerung darauf an. Bei dem darauffolgenden Ausschwingen wird der Führungsdruck für eine gewisse Zeit mehr oder weniger aufgehoben. Auch unter den günstigsten Verhältnissen, wenn Fliehkraft und Schwerkraftkomponente im Gleichgewicht sind und die Kurve selbst vollkommen genau verlegt ist, bewirkt das Vorhandensein der Federung eine periodische Änderung der Richtkraft, so daß auch in einer guten Kurve ein gewisser Langwellenlauf eintritt. Bei schlechten Kurven, besonders bei eckigen Bögen und großer Spurerweiterung, wirken die Richtkräfte stoßartig und verursachen hierdurch besonders geartete, heftige Schlingerbewegungen. Nicht unbeachtet darf dabei der Umstand bleiben, daß bei solchen Vieleckbögen die Richtkräfte mit einer gewissen Regelmäßigkeit, hauptsächlich an den Stößen, auftreten, so daß bei einer gewissen Geschwindigkeit die Perioden der Anstöße mit denen der Eigenschwingungen der Fahrzeuge zur Deckung kommen und bedenkliche Schwingungsverstärkungen auftreten können.

Weniger von Bedeutung, besonders vom Standpunkte der Betriebssicherheit aus betrachtet, sind die lotrechten Bewegungen, die die Fahrzeuge entsprechend der senkrechten Nachgiebigkeit der Gleise ausführen und die ebenfalls besonders an den Schienenstößen in Erscheinung treten. Da die Tragfederdurchbiegung in der Hauptsache abhängig von der Schienendurchbiegung ist, kann die lotrechte Bewegung der Fahrzeuge als ein verstärktes Spiegelbild der Höhenlage des belasteten Gleises angesehen werden.

Überschätzt wird vielfach die Wirkung der Kolbenkräfte und die der nicht ausgeglichenen Massen auf den Fahrzeuglauf. Wie später noch gezeigt werden wird, verursachen diese Kräfte eine klar in Erscheinung tretende, nach Größe und Periode unveränderliche, unbedeutende Kurzwelle.

Die Frage, ob Fahrzeuge in ihrem Lauf auch von den Nachbarfahrzeugen beeinflusst werden, muß naturgemäß bejaht werden. Ruhige Langwellen werden zweifellos durch die Pufferreibung in gewissem Maße übertragen, was schon dadurch erwiesen ist, daß durch kräftigeres Kuppeln ein ruhigerer

Wagenlauf erzielt wird. Die in gegenwärtige Betrachtung besonders einschlägigen heftigen Schlingerbewegungen werden jedoch in ungleich geringerem Maße übertragen, da bei ihnen die Pufferreibungsarbeit mehr in unwirksame Stoßarbeit übergeht.

Die weitere Frage, ob die den Fahrzeugen jeweils erteilte Bewegung längere Zeit nachschwingt, muß verneint werden. Wie die Beobachtung zeigt und wie durch Versuche auch leicht nachzuweisen ist, kommen die Massen durch die Zug- und Schwerkraft und durch die Dämpfungsarbeit der Federn nach jedem Anstoß fast unmittelbar wieder zur Ruhe. Auf die Zug- und auf die Fliehkraft braucht im Rahmen dieser Betrachtungen nicht besonders eingegangen zu werden, da sie nur beruhigend auf den Fahrzeuglauf wirken.

Um einen Einblick in den Verlauf der Bewegungen zu erhalten und Schlüsse auf die Entstehungsursachen ziehen zu können, hat Verfasser die Bewegungen unmittelbar durch das Fahrzeug also in einer unanfechtbaren Weise, fortlaufend in einem ausreichenden Maßstab aufzeichnen lassen, wobei sie zur Erleichterung des Einblicks in die senkrechten und wagrechten Komponenten, also in die Richtung der Hauptkräfte, zerlegt wurden.

Abb. 1, Taf. 21 stellt den Lauf der ersten Achse einer T 14<sup>1</sup>-Lokomotive zu einer Schiene dar und zwar bei Geschwindigkeiten von 5—50 km/Std. Gemessen wurde von der rechten Fahrschiene aus. Da man auch das Anlaufen des Spurkranzes an der linken Schiene kennen lernen will, wurde die Spur bei ruhendem Gleis genau gemessen und in die Zeichnung übernommen (vergl. die Achslauflinie bei 35 km/Std.).

Die erste und wichtigste Feststellung beim Vergleich der einzelnen Achslauflinien untereinander ist die, daß diese bei jeder Fahrt in der gleichen Form trotz der sehr verschiedenen Geschwindigkeiten mit einer erstaunlichen Genauigkeit wiederkehren. Die Anlaufpunkte finden sich an denselben Stellen wieder und die zwischen diesen Punkten liegenden Ausschläge haben ihre charakteristische Form ziemlich genau beibehalten. Beachtenswert ist besonders der Umstand, daß die Erhöhung der Geschwindigkeit keine Vergrößerung der Schwingungsweite, also kein Hinausschieben der Anlaufpunkte zur Folge hat (vergl. auch Abb. 2 und 3, Taf. 21). Über den Einfluß der Geschwindigkeit auf die Schwingungshöhe, die Größe des Ausschlages, wird noch weiter unten gesprochen.

Aus diesen Feststellungen folgt deutlich, daß der Fahrzeuglauf innerhalb des Spurkranzspiels in vollständig bestimmter Weise erfolgt und daß es sich bei den besprochenen Langwellen nicht um periodische Schwingungen handelt, wie vielfach angenommen wird. Diese Schwingungen sind vielmehr die Auswirkung der örtlich auftretenden Kräfte, die sofort derartige Größen annehmen, daß ihnen das Fahrzeug unverzüglich folgen muß. Das Zurückschwingen der abgefederten Massen kann deshalb auch den Lauf des Fahrzeuges praktisch nicht mehr beeinflussen. — Ein Vertikaloszillogramm führt zu denselben Feststellungen und Folgerungen.

In Abb. 1 ist die Übereinstimmung des Achslaufs besonders auffallend in der dargestellten Rechtskurve. Unverkennbar ist hier die Wirkung der Kurvenführung, deren Mängel auch aus der Verschiedenheit der Spur zu ersehen sind. Daß einzelne bei der 5 km-Linie vorhandene Ausschläge bei den höheren Geschwindigkeiten verschwinden, ist hauptsächlich der Fliehkraft zuzuschreiben. Besonders hingewiesen

sei auf die mit *b* bezeichnete Stelle, die zeigt, daß dort die führende Schiene durch das heftig anlaufende Fahrzeug abgedrückt wurde, was auch an der Schienenbefestigung erkennbar war. Das geringe Überschießen der Achslauflinie über die rechte Schiene (Meßkante) bei *a* stellt das Auflaufen der Achse in der Hohlkehle dar. Die kurzen und gleichmäßigen Schwingungen bei *c* sind die durch die Kolbenkräfte hervorgerufenen periodischen Schlingerbewegungen.

Abb. 2, Taf. 21 zeigt die Horizontalbewegung der vorderen Ecke eines dreiachsigen Fahrzeugs, also nicht eines Achspunktes, sondern eines dem Federspiel unterworfenen Fahrzeugpunktes, gleichfalls zu einer Schiene gemessen, jedoch nur im Maßstab 1:2 aufgetragen. Auch hier erkennt man wieder die genaue Wiederholung im Ablauf der Bewegung und die Wirkungslosigkeit der Geschwindigkeitssteigerung.

Abb. 3, Taf. 21 zeigt die Horizontalbewegung des hinteren Endes einer fünffach gekuppelten Güterzuglokomotive bei der Fahrt durch eine Kurve und zwar *a*: bei Leerlauf und *b*: bei kräftig arbeitender Lokomotive. Die Wirkung der Kolbenkräfte ist sofort zu erkennen, denn sie kann nur die bei *b* hinzukommende Kurzwelle sein, die im Verlauf konstant ist und eine Wellenlänge aufweist, die gleich dem Radumfang ist. Man erkennt aber auch weiterhin, daß der eigentliche vom Gleis bedingte Lauf vollständig gleich geblieben ist, daß also die vom Fahrzeug ausgehende Kurzwelle die Entwicklung der vom Gleis hervorgerufenen Langwelle nicht stört, sondern diese nur überlagert, ohne dabei den Verlauf zu verschleiern.

Die vorstehenden Ausführungen dürften in ihrer Gesamtheit zur Genüge dartun, daß zwischen Fahrzeuglauf und Gleislage eine feste und klare Abhängigkeit besteht und daß ein sich auf dieser Tatsache aufbauendes Gleisüberwachungsverfahren sich keineswegs auf unsichere Verhältnisse stützt.

Ehe auf das vom Verfasser herausgebrachte mechanische Verfahren eingegangen wird, seien noch einige Worte über die an ein solches zu stellenden Anforderungen gesagt. Verlangt wird Aufzeichnung der Gleisfehler nach Ort, Art und Größe. Die erste Forderung ist, wie die spätere Beschreibung zeigen wird, leicht und einwandfrei zu erfüllen. Zur Darstellung der Art genügt eine synchrone Aufzeichnung der senkrechten und wagrechten Ausschläge der Fahrzeuge, die man unschwer deuten kann, da man die verschiedenen Ursachen dieser Ausschläge kennt. Bei der dritten Forderung muß erst die Frage aufgeworfen werden, ob man überhaupt einen „Gleisfehler“ exakt, das heißt mit einem bestimmten Maßstab messen kann. Diese Frage kann nur dann bejaht werden, wenn man eine feste Grundlage vorsieht, wenn man also mit einer bekannten und gleichbleibenden Geschwindigkeit und Last arbeitet und wenn es gelingt, eine unanfechtbare Bezugslinie zu finden. Mit einer einfachen und billigen Vorrichtung für den jederzeitigen Gebrauch kann man daher der letzteren Forderung nicht gerecht werden. Verfasser glaubt jedoch, und das wird ihm allenthalben bestätigt, daß es für die Praxis vollkommen genügt und vielleicht noch wertvoller ist, wenn man nicht den Fehler selbst, sondern seine Auswirkung zeigt, schon deshalb, weil die Auswirkung ein weit besseres Maß für die Beurteilung des Fehlers nach seiner betrieblichen Bedeutung ist, als das lineare Maß. Man erfaßt auf diese Weise auch Fehler, die einzeln gemessen und betrachtet, vollkommen belanglos sind, die in ihrer Gesamtwirkung jedoch Bedeutung haben können.

Will man den Fahrzeuglauf zum Zwecke der Gleisüberwachung aufzeichnen, so denkt man wohl immer zuerst daran, den Lauf der Achse zur Schiene aufzuzeichnen, so wie dies in Abb. 1 geschehen ist. Dies hat jedoch, ganz abgesehen von den konstruktiven und betrieblichen Schwierigkeiten den Nachteil, daß die Größe der Ausschläge nur solange als Maß für die Ursache angesehen werden kann, als der Aus-

schlag innerhalb des Achsenspiels im Gleis verbleibt. Heftigere Ausschläge werden durch die Spur begrenzt und gestatten, da sie auf gleicher Höhe gehalten werden, keinen Rückschluß mehr auf die Kräfte, die gewirkt hatten. Man könnte zwar die Häufigkeit der Ausschläge, die ja mit der Heftigkeit der Schlingerbewegung wächst, als Maßstab für die Bedeutung des Fehlers nehmen. Bei dem für die Praxis in Frage kommenden Papiervorschub folgen die Ausschläge jedoch schon so dicht gedrängt aufeinander, daß eine Veränderlichkeit in der Frequenz der Ausschläge nur schwer zu erkennen ist. Man zeichnet daher besser den Ausschlag der abgefederten Massen auf, die entsprechend den jeweils wirkenden Kräften ungehindert ausschwingen. In einem auf diese Weise zustande gekommenen Oszillogramm ändern sich die Amplituden in so ausgeprägter Form, daß sich eine Betrachtung der Frequenz erübrigt. Die Einschaltung der Fahrzeugfederung bei der Erzeugung des Oszillogramms ist also keineswegs schädlich, wie man vielleicht annehmen könnte, sondern eine Notwendigkeit zur Erzielung einer leicht lesbaren, klar ins Auge fallenden Darstellung.

Die Neuerung, die Verfasser bringt, liegt in der Art, wie die Aufzeichnungen erzeugt werden. Da der Weg, die Schreibstifte zwangläufig durch eine Rolle oder einen Schleifschuh von der unbelasteten oder schon wieder entlasteten Schiene steuern zu lassen, konstruktive und betriebliche Schwierigkeiten macht, wurde das Steuerorgan von der Schiene fortgenommen und auf das Nachbarfahrzeug gelegt mit der Wirkung, daß nun nicht mehr die Bewegung des Fahrzeuges zur Schiene, sondern die des Fahrzeuges zum Nachbarfahrzeug aufgezeichnet wird. Die Berechtigung dieses Vorgehens stützt sich auf folgende Überlegung. Wie eingangs nachgewiesen, vollführt ein Fahrzeugpunkt, z. B. die hintere Ecke einer Lokomotive, im Raume, man kann auch sagen zur ideellen Gleisachse, einen ganz bestimmten Linienzug. Das gleiche gilt für den gegenüberliegenden Punkt des Nachbarfahrzeuges, z. B. die vordere Ecke des Tenders. Da diese beiden Linienzüge eine Funktion desselben Gleisstückes sind, so muß auch die Summe dieser beiden Linien, das resultierende Oszillogramm, gleichfalls diese feste Abhängigkeit vom Gleis aufweisen und für Zwecke der Gleisüberwachung ebenso brauchbar sein, wie die absoluten Linien, eine Annahme, deren Richtigkeit durch den Erfolg voll bestätigt wurde.

Die Einrichtung besteht aus einem Schreibwerk, einer Gebereinrichtung, einem Steuerarm und den Übertragungsorganen (vergl. Abb. 4, Taf. 21). Das Schreibwerk wird auf dem Führerstand der Lokomotive auf der Heizerseite so angebracht, daß es nicht stört und bequem bedient werden kann. Es erhält seinen Antrieb von unten durch eine biegsame Welle, die an eine Achse angeschlossen wird. Es wird also über den Weg geschrieben. Eine ausschaltbare Antriebstrommel zieht den Papierstreifen, der für etwa 200 km Fahrt ausreicht, von einer Vorrattstrommel ab, führt ihn über eine Schreibplatte und leitet ihn der Aufwickeltrommel zu. Quer zum Papier sind auf einer Gleitführung drei Schreibstifte in einer Ebene angeordnet, von denen zwei zwangläufig angetrieben werden und das Horizontal- und Vertikaloszillogramm erzeugen, bzw. die Schlinger- und Nickbewegungen der Lokomotive aufzeichnen, während der dritte von Hand betätigt wird. Dieser dritte Stift zeichnet am Rande des Papierstreifens eine gerade Linie, die Streckenlinie. Durch Drücken auf einen Knopf, der auf dem Deckel des Schreibzeuges angebracht ist, wird auf der Streckenlinie eine kurze Zacke erzeugt. Hundertmetersteine werden durch eine, Kilometersteine durch zwei, die Empfangsgebäude durch drei und Tunnel und Brücken durch fortlaufende Zacken markiert. Dieser Druckknopf dient gleichzeitig zur Eintragung der Kurven und ihrer Richtung. Wird er z. B. beim Beginn einer Rechts- oder

Linkskurve aus der Mittelstellung nach rechts oder links gedreht, so wird auch die Streckenlinie, in der Richtung ihres Verlaufs gesehen, für die Dauer dieser Stellung etwas nach rechts oder links verlegt. Man erhält also durch Einstellen des Knopfes in die jeweilige Fahrtrichtung ein regelrechtes Kurvenband.

Die Gebereinrichtung besteht in der Hauptsache aus einem kleinen viereckigen Rahmen a, der an dem Saumeisen des Führerhausdaches auf der Heizerseite festgeschraubt wird und der einen senkrecht und einen wagrecht geführten Schieber b und c enthält. Die sich überkreuzenden Schlitz dieser Schieber umschließen eine Stange d so, daß diese sich frei um ihren Drehpunkt e bewegen kann. Die Stange d wird an ihrem anderen Ende von dem am Tender angeschraubten Steuerarm f so umfaßt, daß sie alle Querbewegungen des Tenders zur Lokomotive mitmachen muß. Der Angriff des Tenders erfolgt in einem solchen Abstand, daß diese Bewegungen im Maßstab 1:3 auf die Schieber übertragen werden. Diese Verminderung ist notwendig, um mit einer Papierbreite von 150 mm auskommen zu können. Bei einer reinen Schlingerbewegung arbeitet Schieber b, bei einer reinen Nickbewegung Schieber c, bei einem Schwanken der Lokomotive beide Schieber gleichzeitig.

Die Übertragung der Schieberbewegung auf die Schreibstifte geschieht durch Bowdenzüge (mit starker Vorspannung gerollte Stahldrahtschläuche, die eine leicht verschiebbare Stahldrahtseele umschließen). Die beiden Drahtschläuche werden mit ihrem einen Ende an dem Rahmen a bei g und h festgeschraubt und mit ihrem anderen Ende am Schreibzeug festgeklemmt. Die aus den Schläuchen heraustretenden Drahtenden werden einerseits an den Schiebern, andererseits an den Schreibstiften befestigt. Die Schreibstifte müssen also zwangsläufig alle Bewegungen der Schieber mitmachen. Die Bowdenzüge sind in der Länge so bemessen, daß sie in schlanken und nachgiebigen Bögen zum Schreibwerk führen. Diese freihängende Verbindung hat den Vorteil, daß die Schieberbewegungen auch dann unverändert übertragen werden, wenn zwischen Ausgangs- und Endpunkt, hier also zwischen Gebereinrichtung und Schreibwerk keine starre Verbindung besteht. Die bei der Fahrt unvermeidlichen Erschütterungen und Bewegungen der Apparate gegeneinander beeinträchtigen die Übertragung in keiner Weise. Das große Spiel, mit der die Drahtseele, das eigentliche Übertragungsorgan, in dem Drahtschlauch geführt ist, hat den Zweck, einen gewissen Totgang in die Übertragung hineinzubringen. Beim Richtungswechsel verschluckt der Bowdenzug kurze Bewegungen, so daß also beispielsweise die von den Kolbenkräften herrührenden kurzen Schlingerbewegungen und die von den Schienenstößen

ausgelösten kleineren Nickbewegungen, die nicht zu beachten sind, nicht übertragen werden, wodurch das erzeugte Oszillogramm klarer und deutlicher wird.

Abb. 5, Taf. 21, zeigt, wie die von dem Apparat aufgenommenen Fahrtstreifen aussehen und zwar zwei Streifen derselben Strecke. Auf die Übereinstimmung der beiden Streifen ist wieder besonders hinzuweisen. Um sie zu lesen bedarf es keiner besonderen Kenntnisse oder Überlegungen. Es genügt der Hinweis, daß die eine Linie die Schlingerbewegungen, die andere Linie die Nickbewegungen zeigt, die dem Fahrzeug an den betreffenden Stellen vom Gleis aufgezungen werden. Es wird keinem Fachmann schwer sein, sofort auf die zugehörigen Ursachen zu schließen, die Fehler zu bewerten und zu beseitigen. Zu beachten ist jedoch, daß das gleichzeitige Auftreten von außergewöhnlichen Schlinger- und Nickbewegungen als betriebsgefährlich zu bewerten ist, weil in solchen Fällen heftiges Anlaufen des Spurkranzes mit einer Radentlastung zusammenfallen kann.

Zur Befestigung der Gebereinrichtung und des Steuerarmes an der Lokomotive und dem Tender sind absichtlich keine Klemmvorrichtungen, sondern Schrauben vorgesehen worden. Damit soll erreicht werden, daß für die Aufnahmen möglichst immer dieselbe Maschine herangezogen wird und daß das Übersetzungsverhältnis in der Übertragungseinrichtung genau gewahrt bleibt. Die Einrichtung selbst kann in wenigen Minuten an- und abgebaut werden.

Das Verfahren hat folgende Vorteile. Die Einrichtung arbeitet vollständig selbständig und kann nicht beeinflusst werden. Das Verfahren ist also objektiv im weitgehendsten Sinne. Die Aufzeichnungen kommen unter der Einwirkung der größten im Betriebe vorkommenden Last und Geschwindigkeit zustande, geben also unmittelbaren Einblick in die ungünstigsten Verhältnisse. Ein betriebsgefährliches Spiel zwischen Spurkranz und Schiene tritt klar und augenscheinlich zutage. Da die Aufzeichnungen mit planmäßigen Zügen gemacht werden, belasten sie die Strecke nicht, auch verlangen sie keinen besonderen Personal- und Zeitaufwand. Die Gleisüberwachung kann ohne besondere Kosten in kurzen Abständen wiederholt, also fortlaufend durchgeführt werden. Die Zuverlässigkeit und Richtigkeit der Aufzeichnungen kann durch eine Wiederholungsfahrt in einfacher Weise nachgewiesen werden\*).

\*) Das Verfahren ist von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft erprobt, als durchaus brauchbar anerkannt und prämiert worden. Die Herstellung der Einrichtung (durch DRP Nr. 483942 und Auslandspatente geschützt), Lokomotivlaufschreiber genannt, hat die Knorrbremse-Aktiengesellschaft, Berlin-Lichtenberg, übernommen, die bei der konstruktiven Durchbildung mitgewirkt hat.

## Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen.

### Der Preisausschuß des Vereins

hielt am 27./29. Mai 1930 seine 72. Sitzung ab. Als erster Punkt stand die Wahl des Vorsitzenden und seines Stellvertreters auf der Tagesordnung. Einstimmig wurde zum Vorsitzenden der Baudirektor der Österreichischen Bundesbahnen, Sektionschef Dr. Trnka, und zum Stellvertreter Bahndirektor Maas Geesteranus (Niederländische Eisenbahnen) wiedergewählt.

Aus den Verhandlungen ist folgendes hervorzuheben: Von dem Jubiläumswerk „Die Entwicklung der Lokomotive im Bereiche des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen“ ist das Manuskript des ersten Bandes von den beiden Bearbeitern, Herrn v. Helmholtz, dem früheren Chefkonstrukteur der Lokomotivfabrik Krauß in München und Ministerialrat a. D. Staby, nunmehr soweit fertiggestellt, daß mit den Druckarbeiten begonnen werden kann. Die endgültige Fertigstellung und Lieferung des ersten Bandes steht für September dieses Jahres in Aussicht.

Der für die Bearbeitung des zweiten Bandes vom Verein

gewonnene Professor Jahn von der Technischen Hochschule in Danzig (vergl. diese Zeitschrift 1929, Seite 1034) ist am 16. Februar verstorben; an seine Stelle hat der Preisausschuß einstimmig den Baurat Dr. Ing. Metzeltin (Hannover) gewählt. Dr. Ing. Metzeltin ist bereit, in den mit Professor Jahn abgeschlossenen Vertrag einzutreten.

Sodann beriet der Preisausschuß über das im Entwurf vorliegende neue Übereinkommen über die Aussetzung von Preisen. Dieses Übereinkommen das seither in den Vereinssatzungen als Anhang III enthalten war, in die neue Vereinssatzung vom 1. Dezember 1929 aber nicht übernommen wurde, wird jetzt als besondere Vereinsdrucksache erscheinen. Über den Beschluß des Preisausschusses wird die schriftliche Abstimmung im Verein gemäß Art. 11 der neuen Vereinssatzung eingeleitet werden; wenn kein wirksamer Widerspruch erhoben wird, erlangt der Beschluß bindende Kraft. Alsdann — also etwa im August 1930 — wird auch das neue Preisausschreiben des Vereins

erlassen werden. Es ist — wie seither — für Erfindungen und Verbesserungen, die für das Eisenbahnwesen von erheblichem Nutzen sind, sowie für hervorragende schriftstellerische Arbeiten aus dem Gebiete des Eisenbahnwesens ausgeschrieben, und zwar müssen die Erfindungen und Verbesserungen ihrer Ausführung nach, die schriftstellerischen Werke ihrem Erscheinen nach in die Zeit vom 1. April 1926 bis 31. März 1932 fallen. Die Bewerbungen

können vom 15. April 1931 bis 15. April 1932 an die Geschäftsführende Verwaltung des Vereins eingereicht werden. Die Veröffentlichung des Preisausschreibens unter Angabe der für den Wettbewerb geltenden einzelnen Bedingungen wird zu gegebener Zeit in dieser Zeitschrift erfolgen.

Schließlich beriet und beschloß der Preisausschuß noch eine für seinen Geschäftskreis neu aufgestellte Geschäftsordnung.

## Berichte.

### Lokomotiven und Wagen.

#### Bau von Stahl-Personenwagen.

Um die Sicherheit der Reisenden bei etwa auftretenden Unfällen zu erhöhen, ist die Deutsche Reichsbahn dazu übergegangen, im Personenwagenbau das vor dem Kriege noch allgemein als Baustoff für das Gerippe der Wagen verwandte Holz durch Stahl zu ersetzen. Alle zur Aufnahme von Kräften dienenden Teile werden heute aus Stahl hergestellt und durch Nietung fest miteinander verbunden. Bei dem auf diese Weise entstandenen Stahlwagen sind Untergestell, Seitenwände und Dach zu einer einzigen festvernieteten Tragkonstruktion durchgebildet worden, die gegenüber der früheren Holzbauart eine bedeutend erhöhte Festigkeit aufweist.

Bei dem Bau dieser Stahlwagen ist die Deutsche Reichsbahn von dem Grundgedanken ausgegangen, die Konstruktion so durchzubilden, daß etwaige Zerstörungen des Wagenkastens bei Unfällen auf die Vorräume an den Stirnenden der Wagen beschränkt bleiben, indem möglichst nur die Stirnwände deformiert werden, daß die dahinterliegenden Fahrgasträume aber unbeschädigt bleiben. Zu diesem Zweck sind die Stirnwände durch stählerne Rammkonstruktionen — besonders kräftige Durchbildung der Verbindung zwischen Stirnwand, Seitenwand und Dach — gesichert. Nach den Erfahrungen, die mit so gebauten Wagen bisher gemacht wurden, muß angenommen werden, daß Zerstörungen der Inneneinrichtungen der Sitzabteile solcher Wagen bei Unfällen nicht mehr zu erwarten sind; es wird höchstens dazu kommen, daß die Stirnwände etwas eingedrückt werden, ohne daß sie vollständig zertrümmert werden. Da sich hinter den Stirnwänden zunächst die Vorräume befinden, entsteht durch das Eindringen der Stirnwände für die Reisenden keine Gefahr. Vor allem wird bei diesen Wagen das bei den hölzernen Wagen so außerordentlich gefürchtete Ineinanderschieben nicht eintreten.

Bei dieser Sachlage erscheint es nicht angebracht, auf die Vorteile, die Holz für die Innenausstattung der Wagen gegenüber dem Stahl bietet, zu verzichten.

Der Eindruck einer Innenausstattung aus Holz ist erheblich freundlicher. Es können mit Holz ganz andere Wirkungen erzielt werden wie mit Stahl. Eine Innenausstattung aus Stahl dürfte die heutigen Ansprüche der Reisenden kaum befriedigen. Mit Rücksicht auf den Wettbewerb mit anderen Verkehrsmitteln muß die Deutsche Reichsbahn heute mehr denn je darauf bedacht sein, den Fahrgästen den mehrstündigen Aufenthalt in den Wagenräumen so behaglich wie möglich zu gestalten.

Weiterhin ist die große Wärmeleitfähigkeit eiserner Baustoffe zu beachten. Sie hat zur Folge, daß das Berühren der aus ihnen hergestellten Teile unangenehm wirkt.

Gegen die ausschließliche Verwendung von Stahl für die Inneneinrichtungen der Wagen spricht auch die Befürchtung einer zu starken Geräuschzunahme während des Laufes. Da Stahlwagen zum Dröhnen neigen, wurde schon bei der Einführung des Stahldaches zur Geräuschdämpfung eine besondere Zwischendecke eingezogen. Dieselben Bedenken bestehen in besonders hohem Maße hinsichtlich der Verwendung eines stählernen Fußbodens. Auf Grund dieser Erwägungen ist der Doppelfußboden aus Holz mit Linoleumbelag beibehalten worden.

Holz wird daher als Baustoff für die Inneneinrichtung der neuzeitlichen stählernen Personenwagen vorläufig weiter Verwendung finden. An seinem Ersatz durch geeignete Baustoffe wird aber gearbeitet. So sind zur Zeit Versuche im Gange mit einem aus zerfasertem Holz hergestellten Kunststoff, der weder brennt noch splittert, der sich aber hinsichtlich Bearbeitung und Formgebung genau so günstig wie die bisher benutzten Hölzer verhält.

A. d. Z. „Die Reichsbahn“.

#### Verbesserungen an Personenwagen.

Die französische P. L. M. Eisenbahngesellschaft hat an ihren Schnellzugwagen, die noch Kastengerippe aus Holz hatten, verschiedene Verbesserungen vorgenommen, um sie den neuen Schnellzugwagen aus Stahl, mit denen sie zusammen laufen, möglichst gleichwertig zu machen.

Der Wagenkasten wurde verstärkt. Das Stehblech des Längsträgers, das bisher 443 mm hoch war, wurde ersetzt durch ein solches von 1100 bis 1165 mm Höhe, auf das in seinem oberen Teil noch ein Band Eisen von 100×10 mm gelegt ist. An Stelle der hölzernen Seitenpfosten wurden Pfosten aus Formeisen gesetzt. Die hölzernen Dachstreben wurden durch Stahlbogen ersetzt. Für das Holzdach wurde ein Stahldach gesetzt. Die Endquerwände, die den Abschluß des inneren Wagenkastens gegen den Plattformraum bilden, sind in den Ecken durch Aufsetzen von Kasten aus Winkel Eisen und Blech verstärkt worden um den Widerstand bei Aufstoßen zu vergrößern.

Als Außenbekleidung wurde gekupfertes Stahlblech von 1,5 mm Stärke verwendet. Der Holzboden wurde entfernt und der auch bei den neuen Stahlwagen verwendete Boden aus Wellblech mit Auflage aus Magnesia zement eingebaut. Er bietet die Vorteile leichter Reinigung, großer Feuersicherheit und guter Schalldämpfung.

Versuchsfahrten bestätigten, daß die umgebauten Wagen wesentlich geringere Schwingungen des Wagenkastens aufweisen als die alten Wagen in Holzbau.

An den Drehgestellen wurden nach eingehenden Versuchen folgende Änderungen vorgenommen:

Der Achsabstand wurde von 2500 mm auf 3000 mm vergrößert, für den Rahmen wurde an Stelle der aus Formeisen gebildeten Konstruktion das einheitliche Stahlgußstück gewählt, die Achslager gewöhnlicher Bauart wurden durch Rollenlager der Bauart S. K. F. ersetzt.

Bei der Innenausstattung erhielten die Sitz- und Rückenpolster eine bessere Federung mit Spezialfedern, die nach den Lieferbedingungen 2 Stunden lang 90 Belastungswechsel in der Minute ohne Formänderung vertragen müssen. In einer größeren Zahl der Schlafabteile wurde das dritte Bett entfernt. Die verbleibenden zwei Bettplätze können während der Nacht durch einen über das ganze Abteil reichenden Vorhang getrennt werden. Eb.

#### Rollenachslager an Eisenbahnwagen.

Die Deutsche Reichsbahn hat bisher etwa 130 Schnellzugwagen versuchsweise mit Pendelrollenlagern ausrüsten lassen, darunter die Wagen des auf der Strecke Amsterdam—Luzern über Köln—Basel verkehrenden deutschen Fern-D-Zuges (Rheingoldzug), der am 15. Mai 1928 in Betrieb genommen wurde und täglich rund 1000 km zurücklegt. Die Höchstgeschwindigkeit dieses Zuges beträgt 110 km in der Stunde und die mittlere Geschwindigkeit 90 km in der Stunde. Während der Versuchsfahrten wurde die Geschwindigkeit bis auf 130 km in der Stunde gesteigert.

Der Achsdruck beträgt bei den mit Rollenlagern ausgerüsteten Speisewagen 15700 kg, bei Wagen mit Kücheneinrichtung 15500 kg und bei den Schnellzugwagen ohne besondere Inneneinrichtung 14600 kg. Die Räder aller Personenwagen der Deutschen Reichsbahn haben einen Laufkreisdurchmesser von 1000 mm.

Pendelrollenlager sind weiter versuchsweise bei einer größeren Zahl Großgüterwagen mit Achsdrücken von 20000 kg, zweiachsigen Personenwagen und Stadtbahnwagen eingebaut worden.

Außer den Pendelrollenlagern werden Lager mit zylindrischen Rollen versuchsweise verwendet, und zwar u. a. bei 220 Stück zweiseitigen Personenwagen mit 13000 kg Achsdruck und bei 220 Stück Großgüterwagen mit 20000 kg Achsdruck. Die Räder der Großgüterwagen haben einen Laufkreisdurchmesser von 940 mm. Eine große Anzahl von Großgüterwagen, die in stark angestregten Verkehren laufen, weisen einen jährlichen Laufweg von 110 bis 150000 km auf.

An der Lieferung der Lager waren beteiligt die Berlin-Karlsruher Industrie-Werke A.-G., Abteilung Kugellagerwerk in Berlin-Borsigwalde, die Fries & Höpflinger A.-G. in Schweinfurt, die Fichtel & Sachs A.-G. in Schweinfurt, die Kugelfabrik Fischer in Schweinfurt, die G. & J. Jaeger A.-G. in Elberfeld und die Vereinigten Kugellagerfabriken A.-G., früher S. K. F. Norma in Berlin.

Welche der beiden bei der Reichsbahn verwendeten Rollenlagerbauarten, Pendelrollenlager oder Lager mit zylindrischen Rollen, die geeignetere und wirtschaftlichere ist, unterliegt noch der endgültigen Feststellung. Ebenso ist die rechnungsmäßige Erfassung der Einzelvorteile der Achsrollenlager zur Zeit noch schwierig, weil die bisherigen Betriebserfahrungen zur Beurteilung noch nicht genügen. Es scheint, daß eine Verwendung von Rollenlagern unter Berücksichtigung ihrer hohen Kosten erst dann wirtschaftlich ist, wenn der mit Rollenlagern ausgerüstete Wagen mindestens 40 bis 50000 km im Jahr zurücklegt. Als wirtschaftlich vorteilhaft ist auch zu beachten, daß infolge des geringeren Laufwiderstandes der Rollenlager die bereits jetzt stark ausgelasteten Schnellzüge und Großgüterwagenzüge nach den bis heute vorliegenden vorläufigen Messungen je nach Steigung und Geschwindigkeit mit bis etwa 10% Mehrlast bei gleicher Lokomotivzugkraft gefahren werden können.

Die auftretenden Schäden sind im allgemeinen geringfügiger Art. Sie zeigen sich bei guten Bauarten nicht nach kurzen Versuchsfahrten, sondern erst nach längeren Betriebsläufen. Für die Schmierung dürfen nur langerprobte Spezialfette benutzt werden.

A. d. Z. „Die Reichsbahn“.

### Tankwagen für Heliumversand.

Die amerikanische Marine hat für den Versand von verdichtetem Heliumgas einen vierachsigen Tankwagen bauen lassen mit einer zwischen den Achsen fast bis nahe an das Gleis herunterragenden Ladefläche. Das Heliumgas steht unter einem Drucke von 140 kg/cm<sup>2</sup> in sechs aus zwei Stahlblechkalotten zusammengeschweißten kugelförmigen Behältern von 1848 mm innerem Durchmesser bei 38 bis 48 mm Wandstärke, deren je einer über den beiden Drehgestellen steht, während die übrigen vier über den niederen Teil der Plattform verteilt sind. Jeder Behälter faßt 5947 m<sup>3</sup> freies Heliumgas und wiegt 3765 kg; der dazu verwendete Stahl hat bei einem P-Gehalt von 0,20 bis 0,30% eine Bruchfestigkeit von 42,2 kg bei einer Streckgrenze von 22,2 kg und 22,2% Dehnung, gemessen auf 200 mm. Die Kugelform wurde gewählt, weil sie gegenüber der zylindrischen Form eine Gewichtsersparnis von rund 25% ergibt. Jeder Behälter wurde vier Stunden lang bei 650°C ausgeglüht. Vor der Abnahme wurden die Behälter einer Probe unterzogen und zwar:

1. einer wiederholten Druckprobe bei verschiedenem Druck derart, daß die Beanspruchung auf Zug 45 bis 60% der Streckgrenze betrug,
2. unter Druck von 60% der Streckgrenze wurde die Schweißfuge der beiden Hälften in Abständen von etwa 300 mm mit Hammerschlägen bearbeitet,
3. während einer Stunde wurden sie unter einem Druck von 75% der Streckgrenze gehalten. — Danach wurden drei besondere Proben mit einem Behälter vorgenommen und zwar: 4. eine Ermüdungsprobe, welche bezweckte, die Beanspruchungen in verstärktem Maße nachzuahmen, denen der Behälter bei Beförderung auf der Eisenbahn ausgesetzt ist. Zu dem Ende wurden die Behälter auf eine Scheibe gestellt, welche mit  $\frac{1}{8}$  Umdrehung je Min. rotierte, und mit Wasser gefüllt. An vier in zwei Durchmessern gegenüberliegenden Punkten wurden die Stahlplatten des Behälters während 75 Stunden mit einem Preßlufthammer bearbeitet, wobei etwa 2000000 Hammerschläge fielen, deren jeder eine Arbeitsleistung von 0,55 bis 0,70 mkg darstellt;
5. eine Stoß- bzw. Fallprobe, welche bezweckte, die Wirkung eines Eisenbahnunfalls nachzuahmen. Der Behälter, in welchem der Druck bis auf 84 kg/cm<sup>2</sup>

gesteigert war, wurde zwischen zwei Zylindern auf einen Güterwagen aufgebracht, welcher mit einer Fahrgeschwindigkeit von 30 km/St. einem Aufstoß ausgesetzt wurde; 6. endlich wurden die Behälter einer Schlußprobe unterzogen, d. h. einer nochmaligen Druckprobe, bei welcher sowohl Druck wie Wassermenge gemessen wurde. Der Druck wurde bis auf 88 kg gesteigert und wieder auf 70 kg gesenkt, wonach dieses Spiel wiederholt wurde. Während dieser Probe wurde die ganze Schweißfuge mit Hammerschlägen bearbeitet. Die Beanspruchung auf Zug während dieses Verfahrens wurde mit höchstens 10 kg/cm<sup>2</sup> bemessen. Dann wurde der Druck auf 0 gesenkt und wieder bis auf 140 kg gesteigert. — Um diesen Druck zu erreichen, mußten 27,2 kg Wasser in den Behälter gepumpt werden. Nachdem dann der Druck abermals auf 0 gesenkt war, strömten 26,3 kg Wasser aus, d. h. die durch diesen Druck verursachte Erweiterung (Ausbauchung) des Behälters entsprach einem Volumen von 0,9 kg Wasser. Nun wurde der Druck auf 175 kg gesteigert, wodurch das Material bis zur Streckgrenze des gewalzten Stahlbleches beansprucht wurde. Unter dieser Probe erweiterte sich der Umfang des Behälters um 125 mm. — Nach Abdichtung eines in der Rohrverbindung entstandenen Lecks wurde der Druck noch einmal gesteigert: bei 314 kg zersprang der Behälter in neun Stücke. Weder in der Schweißfuge noch in deren näherer Umgebung zeigten sich Bruchstellen, noch zogen sich die Risse dort hin.

Aus „Teknisk Tidskrift-Stockholm“, 1930, Heft 2, S. 27 bis 28. Z.

### Vereinheitlichung des französischen Wagenparkes.

Die im Jahre 1918 im Auftrag des Ministers der öffentlichen Arbeiten gegründete Vereinheitlichungskommission hatte zunächst die allgemeinen technischen Bedingungen für den Neubau von Eisenbahnwagen und dann besondere Studien für die Bauarten des 20 t-Güterwagens erstellt. Das 1919 geschaffene Zentralbüro für Eisenbahnwagenbau vollendete die Arbeiten und seit diesem Zeitpunkt wurden Bestellungen auf 20 t-Wagen nur noch nach den Einheitsplänen erteilt. Wenn sich auch diese Wagen im Dienste gut bewährten, so erwies es sich nunmehr doch als notwendig die Pläne neu zu überarbeiten, weil sich im Laufe der zehn Jahre die allgemeinen Verkehrs- und Betriebsverhältnisse und die internationalen Bauvorschriften geändert hatten und weil inzwischen die durchgehende Güterzugbremse eingeführt worden war.

Die neuen Einheitswagen erhalten einen Achsstand von 4,5 m gegenüber dem mit Rücksicht auf alte Drehscheiben auf 3,75 m festgesetzten Achsstand der Einheitswagen von 1919. Das Wagengestell wurde den Anforderungen der durchgehenden Bremse entsprechend neu durchgebildet. Folgende Bauartreihen für 20 t-Wagen wurden neu aufgestellt:

Ein offener Wagen Type A (mit Unterbrechung der oberen Umrahmung an den Türöffnungen), Länge über Puffer 7,86 m, Bordwandhöhe 1,41 m, Bodenfläche 17,27 m<sup>2</sup>, Kasteninhalt 24,3 m<sup>3</sup>, Leergewicht 9,9 t. Für Wagen mit Bremserhaus wird die Länge über Puffer 8,56 m, das Leergewicht 10,6 t.

Ein offener Wagen Type B (mit über die Türöffnungen gehender oberer Umrahmung), Länge über Puffer 7,86 m, Bordwandhöhe 1,62 m, Bodenfläche 17,27 m<sup>2</sup>, Kasteninhalt 28 m<sup>3</sup>, Leergewicht 10,2 t. Für Wagen mit Bremserhaus wird die Länge über Puffer 8,56 m, das Leergewicht 10,9 t.

Ein Plattformwagen mit abklappbaren Wänden, Länge über Puffer 9,31 m, Bordwandhöhe 0,5 m, Bodenfläche 23 m<sup>2</sup>, Leergewicht 9,8 t.

Ein Plattformwagen mit festen Wänden und Abmessungen wie vorhergehend.

Ein gedeckter Wagen ohne Bremserhaus, Länge über Puffer 8,89 m, Bodenfläche 20 m<sup>2</sup>, Leergewicht 11,3 t.

Ein gedeckter Wagen mit Bremserhaus, Länge über Puffer 9,523 m, Bodenfläche 19 m<sup>2</sup>, Leergewicht 12 t.

Die Wageneinzelteile sind austauschbar und in der Mehrzahl gleich den Einheitsbauteilen von 1919. Eb.

### Entseuchung von Wagen und Aufenthaltsräumen.

Die italienischen Staatsbahnen verwenden als Entseuchungsmittel: Kalk, Kalziumchlorür, Soda, Kreosot, Sublimat und Formaldehyd, für gewisse Fälle auch Schwefelsäureanhydrid.

Die Anwendung der verschiedenen Mittel ist sorten- und mengenweise festgelegt in den „Theoretisch-praktischen Unterweisungen für den Entseuchungsdienst der Staatsbahnen“.

Die hauptsächlichsten Vorrichtungen für die Entseuchung im Eisenbahnbetrieb sind: Sprengpumpen, Formaldehyd-Entwickler, Neutralisatoren, Schwefelöfen, Apparate für mechanische Zerstäubung.

Sprengpumpen dienen dazu, Flüssigkeiten in Form kleinster Tröpfchen mit Gewalt gegen Wände oder andere Gegenstände zu schleudern. Die Sprengpumpe Bauart Staatsbahn, die sowohl für Metall angreifende als auch für unschädliche Flüssigkeiten dient, besteht aus einer Luftpumpe, aus einem Behälter mit Manometer und auf 3 atü eingestelltem Sicherheitsventil, in welchen die Entseuchungsmittel eingeführt werden, aus dem Sprengrohr und aus einer Einrichtung um die Pumpe mittels Riemen auf dem Rücken tragen zu können. Sorgfältige Reinigung aller Teile nach Gebrauch ist besonders angelegentlich vorgeschrieben.

Formaldehyd-Entwickler werden benützt, wenn man aus irgendwelchen Gründen Formalin in Nebelform nicht anwenden kann. Das Formaldehyd wird aus Formalin oder Paraformol in Staatsbahnapparaten oder im „Sanator“ entwickelt. Sie bestehen im wesentlichen aus Behältern, in die Formalin oder Paraformol gefüllt wird und die sodann mittels Petroleum- oder Spiritusflamme erhitzt werden. Vom Bedienungspersonal muß beachtet werden, daß das Formaldehyd die Bindehaut der Augen und die Schleimhäute der Atmungsorgane angreift.

Die Neutralisatoren dienen dazu die gebildeten Formaldehyddämpfe wieder rasch zu beseitigen. Von solchen Vorrichtungen stehen der Scheringapparat, der mit flüssigem Ammoniak arbeitet und der Mercurioapparat für Ammoniumkarbonat in Verwendung. Ammoniakdämpfe werden mittels einer Spiritusflamme erzeugt.

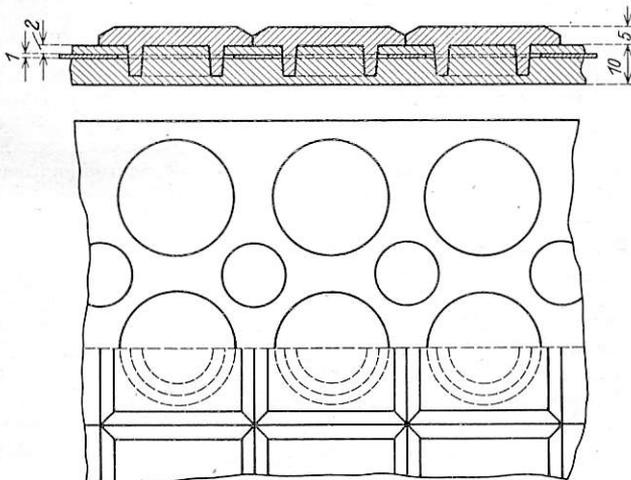
Die Schwefelöfen bestehen aus einem durchlöchernten Blechzylinder, in dem sich eine Metallplatte befindet. Auf letzterer verbrennt Schwefel und das gebildete Gas zieht durch ein konisch-zylindrisches Rohr nach oben.

Die Apparate für mechanische Zerstäubung sind die gleichen wie die für Reinigungszwecke verwendeten. Schn.

(Notiziario tecnico, August 1929.)

### Befestigung der Wandfliesen in den Waschräumen der Personenwagen.

Die Auskleidung der Wände der Waschräume der Personenwagen mit Fliesen wurde schon oft, aber meist mit schlechtem Erfolg versucht. Durch die Erschütterungen lösen sich die Wandfliesen leicht ab.



Die italienischen Staatsbahnen haben nun 100 Wagen erster Klasse mit je zwei ausgekachelten Toiletten versehen, die hinsichtlich Haltbarkeit voll befriedigen. Das verwendete neue Befestigungsverfahren ist folgendes:

Jede Tonfliese ist auf der Rückseite mit einer Verlängerung versehen, welche ihr im Zement Halt gibt und ein Lösen bei den unvermeidlichen Erschütterungen verhütet. Zur Bildung einer Wand wird auf eine ebene Fläche ein Holzrahmen gelegt, dessen lichte Weite der Form und den Abmessungen der Wand ent-

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXVII. Band. 16. Heft 1930.

sprechen. Die Fliesen werden nun in der gewollten Anordnung, die Rückseite nach oben, in den Rahmen gebreitet. Darauf kommt verlängerter Portlandzement in einer Schicht von etwa 2 mm. Auf diese wird ein gelochtes, etwa 1 mm starkes, ebenes und reines Blech gelegt, so daß die Ansätze der Fliesen durch die Löcher ragen. Hierauf folgt eine Lage nicht zu flüssigen Zements vermisch mit Sägemehl in einer Dicke, daß die Tafel die gewünschte Stärke erhält. Das Auftragen dieser Masse muß sorgfältig geschehen, damit sie alle Räume zwischen Blech und Fliesen ausfüllt (siehe Abbildung).

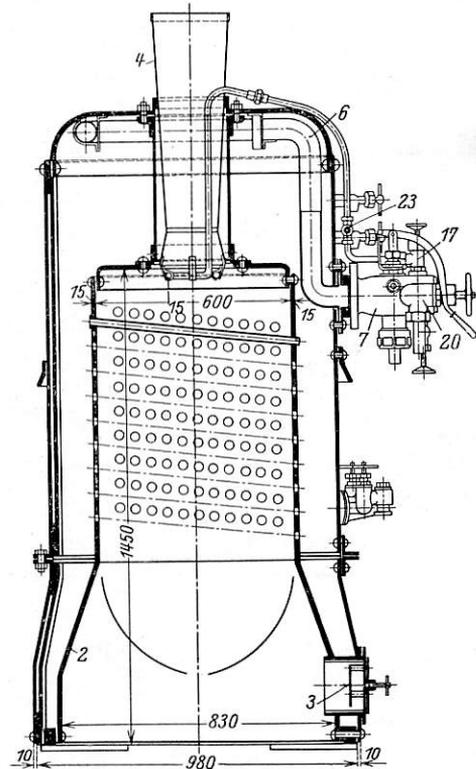
Die so zusammengesetzte Wand läßt man ungefähr 10 Tage trocknen, worauf sie nach erfolgter Reinigung an Ort und Stelle befestigt werden kann. Das letztere geschieht mittels Schrauben, wobei natürlich jede Beanspruchung der Wand auf Biegung zu vermeiden ist. Zum Schluß wird der Rand mit einem vernickelten Messingwinkel eingefast. Sollte aus irgend einem Grund eine Fliese ersetzt werden müssen, so ist dies leicht auszuführen.

Schn.

(Notiziario tecnico, August 1929.)

### Kessel mit Heizölföuerung für die Zugheizung auf elektrischen Strecken.

Die Heizung elektrisch geförderter Züge erfolgte bisher durch eigene Heizkesselwagen mit einem durch Kohle beheizten Kessel oder durch elektrische Heizung. Im ersteren Fall ist abgesehen von sonstigen Nachteilen der Personalaufwand, im zweiten Fall der Stromverbrauch gerade in den kritischen Wintermonaten ein hoher. Nach Versuchen mit einem Probekessel hat



Kessel mit Heizölföuerung für Zugheizung.

nun die italienische Eisenbahnverwaltung 200 Kessel mit Heizölföuerung in ihre elektrischen Lokomotiven E 551 und E 554 eingebaut. Diese Kessel werden wie die elektrische Heizung vom Lokomotivpersonal selbst gewartet.

Der Dampferzeuger ist ein stehender Wasserrohrkessel mit einem Ölbrenner im Bodenblech. Er besteht aus einem inneren und einem äußeren Teil, die unten mittels des gewöhnlichen Grundringes, oben durch ein Rohrstück, durch welches der Kamin geht, verbunden sind. Der innere Teil bildet den Verbrennungsraum. Der Oberteil des äußeren Mantels kann leicht abgenommen werden um die Besichtigung des Inneren zu erleichtern. Die Feuerbüchse hat oben quadratischen, unten kreisrunden Querschnitt. Der Boden ist mit feuerfesten Steinen belegt. Die Hauptabmessungen des Kessels (siehe Abbildung) sind:

Höhe bis Kaminoberkante . . . . .	2265 mm
Höhe ohne Kamin . . . . .	1965 „
Außenmantel lichte Weite oben . . . . .	870 „
„ „ „ unten . . . . .	980 „
Lichte Weite des quadratischen Verbrennungsraumes . . . . .	600 „
Lichte Weite des Verbrennungsraumes unten . . . . .	830 „
Lichte Höhe des Verbrennungsraumes . . . . .	1450 „
Anzahl der Wasserrohre . . . . .	198
Durchmesser der Rohre . . . . .	24/28 mm
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	3,33 m <sup>2</sup>
„ „ Rohre . . . . .	10,5 „
Wasserinhalt bei 10 cm Wasserstand über Feuerbüchsenplatte . . . . .	0,4 m <sup>3</sup>
Dampfinhalt . . . . .	0,3 „

Betriebsdruck . . . . .	9 atü
Größte Dampfleistung . . . . .	800 kg/h
Brennölverbrauch . . . . .	60—80 „

Der Brenner, dessen Bauart von der Bahn entwickelt wurde und in der Quelle ausführlich beschrieben ist, wird bei kaltem Kessel mit Druckluft, bei warmem mittels Dampf betrieben. Eine sinnreiche Anwärmevorrichtung erlaubt auch die zähflüssigsten und daher billigsten Heizöle zu feuern. Die Kesselspeisung erfolgt durch eine elektrisch angetriebene Pumpe für 900 Liter/h Förderung und einen Friedmann-Injektor Klasse ASZ Nr. 4 mit Düsen Nr. 5. Ein Hilfsbläser sorgt für den nötigen Zug beim Anheizen.

Die Lokomotiven tragen zwei Heizölbehälter von zusammen rund 300 kg Inhalt.

(Notiziario tecnico Sept. 1929.)

Schn.

## Buchbesprechungen.

„Die Akkumulatoren, ihre Theorie, Herstellung, Behandlung und Verwendung“ von Prof. Dr. W. Bernbach. Vierte Auflage. Verlag von Julius Springer, Berlin 1929. Preis: 8.50 *R.M.*, geb. 9.75 *R.M.*

Im ersten Abschnitt wird die Theorie der galvanischen Elemente und der Elektrolyse, im zweiten Abschnitt die des Bleisammlers erläutert. Die folgenden Abschnitte behandeln die technischen Größen des Bleisammlers (Kapazität, Wirkungsgrad, Nutzeffekt und den inneren Widerstand), die Vorgänge im ruhenden Bleisammler, die Ladung und Entladung. Besondere Abschnitte sind ferner der Umwandlung des Wechselstromes in Gleichstrom, der Herstellung der Bleisammler, ihrer Aufstellung und Behandlung mit den alkalischen Sammlern gewidmet. Der letzte Abschnitt bietet einen Überblick über die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten der Akkumulatoren.

In dem sehr reichhaltigen und dabei nicht zu umfangreichen Buch, das wohl zu den besten Werken dieser Fachrichtung gehört, ist die Theorie auch für den Ingenieur, dem die Grundbegriffe der Elektrochemie nicht geläufig sind, gemeinverständlich behandelt; gleichzeitig ist das Buch für die Anwendung geschrieben. Das Studium des Buches ist jedem Maschinen- und Elektro-

ingenieur aufs wärmste zu empfehlen; es wird auch denjenigen Ingenieuren, die sich mit diesem Fachgebiete bereits befaßt haben, wegen der Gründlichkeit und Vielseitigkeit des Inhaltes Neues und Wissenswertes bieten.

Sorger.

**Fein, Elektrowerkzeuge, Kleinwerkzeugmaschinen mit Einbaumotoren und biegsame Wellen.** Neuerscheinung. Verlag Julius Springer. Preis geh. 6.90 *R.M.*

Vorzüge und Anwendung der Elektrowerkzeuge sind ausführlich behandelt. Das Buch enthält Angaben für die Bestimmung der Motorleistung sowie hinsichtlich der Stromarten und Spannungen, wobei auch die neuerdings in Aufnahme gekommenen Kleinspannungen berücksichtigt sind. — Preßluft- und Elektrowerkzeuge sind einander gegenübergestellt. Benzinelektrische Anlagen (Gleisbaumaschinen), Werkzeuge, Maschinen mit Einzelantrieb, Gebläse, biegsame Wellen und elektrisch betriebene Schlagwerkzeuge sind rechnerisch und in zahlreichen Tabellen behandelt. Die verschiedenen Anwendungen sind in Wort und Bild dargestellt. Die vom VDE herausgegebenen Regeln für die Bewertung und Prüfung der einzelnen aufgeführten Maschinen sind ebenfalls aufgeführt.

Fl.

## Zuschrift.

### Zu den Schlingerbewegungen von Drehgestellwagen.

Von Ing. Dr. R. Hanker, Wien.

In Heft 24 vorigen Jahres hat Herr Vizepräsident Caesar der Reichsbahndirektion Essen Untersuchungen über die Bewegung einer frei laufenden Achse veröffentlicht und die Ergebnisse von Versuchen mitgeteilt, bei welchen die Schwingungen an einem Schlußwagen (Drehgestellwagen) eines schnellfahrenden Zuges während einer Probefahrt aufgezeichnet wurden.

Die in Tafel 37 des Jahrgangs 1929 enthaltenen Versuchsergebnisse mögen in folgendem noch von anderer Seite beleuchtet werden.

Bei Fahrgeschwindigkeiten von etwa 90 km/Std. bis 105 km/Std. (die höchste bei den Versuchsfahrten erreichte Geschwindigkeit), nehmen sämtliche seitlichen Ausschläge der Fahrzeuge große Werte an, ganz besonders bei der Fahrt in der Geraden (auch bei guter Gleislage), während diese Seitenschwingungen bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 70 km/Std. vergleichsweise klein sind und nur gelegentlich einen größeren Wert annehmen, der mit einer örtlichen Unstetigkeit der Gleislage erklärt werden kann. Bei den großen Geschwindigkeiten werden also die Fahrzeuge in der Geraden dauernd in Abständen von weniger als einer Sekunde von einer Schiene zur anderen geworfen, was wohl nicht zur Annehmlichkeit der Fahrt beiträgt und auch die Sicherheit gegen Entgleisen herabsetzt.

Vergleicht man dagegen die Schwingungsausschläge in der Bogenfahrt mit den Schwingungsausschlägen in der anschließenden Geraden bei annähernd gleicher Geschwindigkeit, so zeigt sich, daß die Schwingungsausschläge in der Bogenfahrt sämtlich kleiner sind als die in den anschließenden geraden Strecken. Vergl. auf Tafel 37 von 1929 die laufenden Nummern (3) und (4); (19) und (21); (24) R = 1500 und die anschließende Gerade; (30) und (31). Besonders auffallend ist die Dämpfung der Schwingungen in

Nr. (4), Fahrt in einem Bogen von R = 500 mit einer Fahrgeschwindigkeit von 93 km/Std., weil hier die Kegelform der Radreifen auf die Bogenfahrt keinen Einfluß mehr haben kann, während in Krümmungen von R = 1500, zufolge der Kegelform, noch immer die Neigung zum Schlingern besteht, wenn auch die Dämpfung der Schwingungen selbst in solchen Bögen deutlich zu erkennen ist.

Welchen Einfluß Krümmungsunstetigkeiten auf den Lauf der Fahrzeuge haben, zeigen der Vergleich der laufenden Nummer (1) und (17). Die großen Ausschläge bei (17) trotz der kleinen Fahrgeschwindigkeit von 40 km/Std. sind auf die Krümmungsunstetigkeiten in dem ganz schlechten Korbbogen (Krümmungswechsel von R = 550 — 750 — 500 — 1200 — 1000 mit Längen von 195, 45, 20, 30 und 40 m) zurückzuführen, während die Ausschläge bei (1) mit der gleichmäßigen Krümmung von R = 1270 und 1340 m auf 1000 m Länge bis auf einige große Ausschläge durch zufällige Gleisunstetigkeiten klein bleiben.

In Erkenntnis der Tatsache, daß nur im Bogengleis die Fahrzeuge eine eindeutige Führung besitzen können, während in der Geraden die Fahrzeuge schlingern müssen, hat Verfasser in dem Aufsatz „Die Gestaltung des Gleises für große Fahrgeschwindigkeit“\*) vorgeschlagen, bei Bahnen mit großer Fahrgeschwindigkeit gerade Strecken überhaupt aufzugeben und die ganze Bahnlinie aus möglichst flachen Bogen mit stetig wechselnder Krümmung zusammensetzen. Daß man versuchen sollte, diesen Weg zu gehen, wenn sich die Notwendigkeit einer weiteren Steigerung der Fahrgeschwindigkeit ergeben sollte, zeigen nun deutlich die von Caesar aufgenommenen und vorstehend besprochenen Schaubilder über die Schlingerbewegungen von Drehgestellwagen in langen geraden Strecken.

\*) Organ 1922, Heft 20 und 21/23.