

Zum Bogenlauf von Eisenbahnfahrzeugen.

Von Prof. Dr. Ing. Heumann, Aachen.

Hierzu Tafel 25, 26 im Heft 23, sowie Tafel 28 und 29.

(Schluß.)

A. III. 2. Fahrzeuge, bestehend aus einem Hauptgestell und hinterer Schwenkachse.

Dieser Fall entspricht dem der Rückwärtsfahrt eines unter A. III. 1) behandelten Fahrzeugs. Dementsprechend sind auch die Bezeichnungen gewählt. Die Schwenkachse soll zunächst gegen eine linear mit dem Ausschlag zunehmende und in Höhe der Schwenkachse angreifende Rückstellkraft P_r aus ihrer Mittellage ausschwenken können, dann gilt allgemein wie oben:

$$P_r = S_0 + e.p. \text{ und nach Textabb. 13}$$

$$e = \frac{d' - x + d_a + x_a}{R} \cdot d_a, \text{ also}$$

$$R = p \cdot d_a \cdot \frac{d - x + d_a + x_a}{P_r - S_0} \dots \dots \dots 19).$$

Bei großem R (Periode I) läuft nur die vorauslaufende Achse n des Hauptgestells außen an, alle anderen frei, auch

und R läuft die Schwenkachse innen an, es beginnt Periode II, wofür wir nach Textabb. 14 die geometrische Beziehung erhalten:

$$R = \frac{1}{2\sigma} (2 d' x + 2 d_a x_a - d'^2 + d_a^2) \dots \dots 20).$$

In dieser Periode müssen Gleichung 19) und 20) beide erfüllt sein und tritt die negative Richtkraft $P_1' = P - P_r$ am innern Anlaufpunkt der Schwenkachse neu auf. Durch diesen Anlauf wird das System wieder etwas gestreckt, also das bisher wachsende P_r verkleinert und bei nur noch sehr wenig wachsendem x das schon negative x_a weiter in seinem negativen Wert vergrößert, d. h. M_a weiter zum Hauptgestell hin verlegt; dabei muß P_d abnehmen. Unter Berücksichtigung dieser Richtung der Änderung von x , x_a , P_r , P_d kann man leicht für ein zugrunde gelegtes x das zugehörige x_a nach einigem Probieren so wählen, daß das durch x_a festgelegte P_d und das

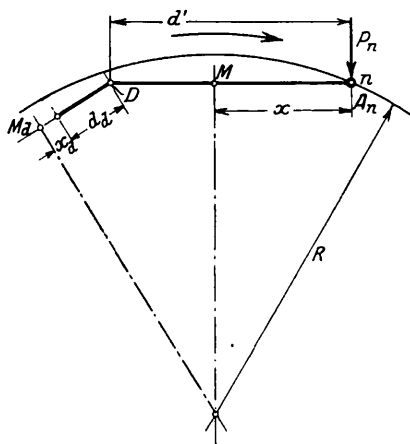


Abb. 13.

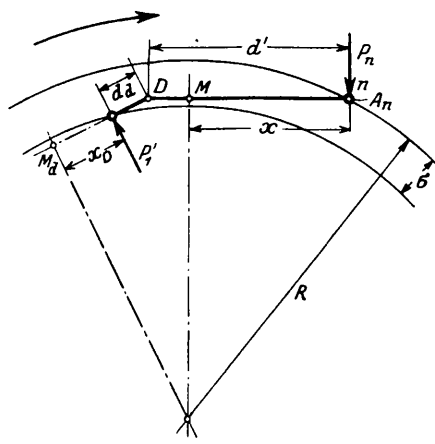


Abb. 14.

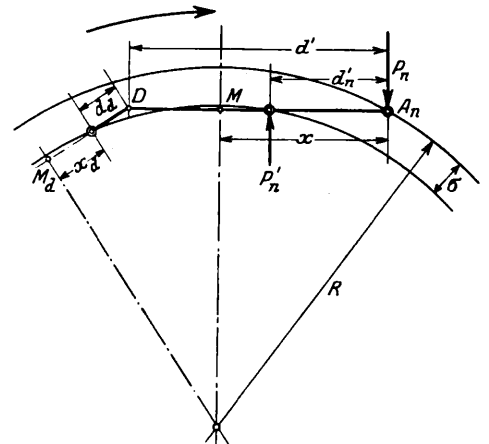


Abb. 15.

die Schwenkachse. Es herrscht Freilauf. Dann ist $P_r = -P$. Wir bestimmen für die Schwenkachse für $-P = S_0$ das zugehörige x_a und P_d , entweder nach dem Minimumverfahren der Schwenkachse oder nach Gleichung 14) und 15), setzen dann $P_r = S_0$ und das ermittelte $-P_d$ als äußere Kräfte in das Minimumverfahren des Hauptgestells ein und bestimmen daraus x und P_n . Das gilt nach Gleichung 19) für $R = \infty$. Mit abnehmendem R sucht nun das System sein x und x_a beizubehalten, weil es nur an einem Punkte vorne anläuft. Das bedeutet stärkeres Ausschwenken der Schwenkachse: dies vergrößert P_r : das vergrößerte P_r zieht aber als unechte Richtkraft das Hauptgestell hinten links herum und widersetzt sich dem Ausschwenken der Schwenkachse. Infolgedessen vergrößert hier das mit dem Ausschlage e anwachsende P_r bei abnehmendem R das x und verkleinert x_a , es wirkt also ungünstig. Wir lassen nun allmählich x_a kleiner werden, ermitteln für bestimmte x_a -Werte $-P = P_r$ und P_d , weiter x und P_1 sowie R in bekannter Weise. Solange x_a positiv ist, steigt P_d , um bei negativem x_a abzunehmen, wie Abb. 8a, Taf. 26 zeigt. Das auf das Hauptgestell wirkende P_d ist stets negativ, eine echte Richtkraft. Bei einem gewissen x_a

durch x , x_a und P_d festgelegte P_r solche Werte annehmen, daß die beiden Gleichungen für R erfüllt werden. Mit Anlauf einer Hauptgestell-Hinterachse innen beginnt Periode III, für die nach Textabb. 15 die geometrischen Beziehungen gelten:

$$x_a = \frac{1}{2 d_a} (d'^2 - d_n'^2 - d_a^2 - 2 x [d' - d_n']) \dots \dots 21)$$

und

$$R = \frac{1}{2\sigma} (2 d_n' x - d_n'^2) \dots \dots \dots 22).$$

Da nun während der Periode II sich x nur ganz unmerklich vergrößert, genügt meistens folgende Näherungsberechnung ihrer Endwerte: Man nimmt das x für das Ende dieser Periode ein wenig größer als das für ihren Anfang, berechnet nach Gleichung 21) das zugehörige x_a , nach Gleichung 22) das zugehörige R , nach Gleichung 19) das P_r , nach Gleichung 14) und 15) oder nach dem Minimumverfahren der Schwenkachse das P_d und P und schließlich das $-P_n$ nach dem Minimumverfahren des Hauptgestells.

Während der Periode III sind R , x und x_a festgelegt nach Gleichung 21) und 22). $+x$ und $-x_a$ nehmen also jetzt mit

Das Hauptgestell ist geführt durch die Schienenrichtkraft P_2 und die weiteren Kräfte P_{d1} und P_{r1} vorne und $-P_{d2}$ und $+P_{r2}$ hinten: davon ist P_{r2} als unechte Richtkraft, alle anderen sind als echte anzusehen. Für $R \sim \infty$ ist nach Gleichung 16) und 19a) $P_{r1} = S_{o1}$ und $P_{r2} = S_{o2}$. Da die hintere Schwenkachse frei läuft, ist ihre Richtkraft $-P = P_{r2} = S_{o2}$. Dann erhält man das zugehörige x_{d2} aus dem Minimumverfahren der hinteren Schwenkachse oder Gleichung 14) und das zugehörige P_{d2} aus dem gleichen Verfahren oder Gleichung 15). Die Unbekannten x , P_2 , P_{d1} erhält man weiter durch Probieren in folgender Weise: Man bestimmt x so, daß das von ihm fest abhängige $P_{r1} = S_{o1}$ wird, etwa indem man für das angenommene x aus Gleichung 17a) x_{d1} und aus Gleichung 15) $-P_{d1}$ berechnet, dies x und $+P_{d1}$ sowie P_{r2} und $-P_{d2}$ in das Minimumverfahren für das Hauptgestell einführt und aus ihm außer P_2 P_{r1} ermittelt, das gleich S_{o1} sein muß. Auch hier nimmt infolge des Einflusses des linksdrehenden P_{r2} im allgemeinen x mit abnehmendem R ab, aber infolge des entgegengesetzten Einflusses von P_{d1} und P_{r1} erheblich weniger als bei Anordnung A. III. 2. So nähert sich auch hier die hintere Schwenkachse der inneren Schiene. Gleichzeitig wird bei abnehmendem R die vordere Schwenkachse wie bei A. III. 1. unter Zunahme von P_{r1} und P_1 , aber Abnahme von P_2 , stärker ausgeschwenkt. Durch Gleichsetzung von Gleichung 16) und 19a) erhalten wir für diesen weiteren Verlauf der Periode I bei gleicher Deichsellänge d_d beider Schwenkachsen und Gleichheit der Vorspannkräfte S_{o1} und S_{o2} zwischen P_{r1} und P_{r2} die Beziehung:

$$P_{r1} = P_{r2} \cdot \frac{d_d + x + x_{d1}}{d_n + d + d_d - x + x_{d2}} - S_o \cdot \frac{2x + x_{d1} - x_{d2} - (d_n + d)}{d_n + d + d_d - x + x_{d2}} \dots 23).$$

Wir erhalten durch Probieren die zu etwas zunehmenden x -Werten zugehörigen x_{d1} - und P -Werte in folgender Weise: Aus Gleichung 17a) ermitteln wir das dem zugrunde gelegten x zugehörige x_{d1} , sodann zeichnerisch oder rechnerisch aus Gleichung 15) P_{d1} ; P_{r2} nehmen wir zunächst schätzungsweise an; das $-P$ der hinteren Schwenkachse ist noch gleich P_{r2} , weil sie noch freiläuft. Weiter ermitteln wir zeichnerisch oder rechnerisch x_{d2} und P_{d2} , aus Gleichung 23) P_{r1} , setzen x , P_{d1} , P_{r1} , $-P_{d2}$, P_{r2} in das Minimumverfahren des Hauptgestells ein und ermitteln daraus P_2 und P_{r2} ; letzteres muß dann mit dem zunächst schätzungsweise angenommenen P_{r2} übereinstimmen. Schließlich berechnen wir R nach Gleichung 16) oder 19a).

Anlauf der hinteren Schwenkachse, Periode II, beginnt, sobald das R nach folgender Gleichung 20a), entwickelt wie Gleichung 20),

$$R = \frac{1}{2\sigma} \cdot (2d_n [x - d] + 2d_d \cdot x_{d2} - d_n^2 + d_d^2) \dots 20a)$$

gleich dem nach Gleichung 16) und 19a) wird. Dieser Anlauf und weitere Abnahme von R haben zur Folge: Leichtes Zurückschwenken der hinteren Schwenkachse, leichtes Sinken von P_{r2} , im Gegensatz zu A. III. 2. ganz leichte Abnahme von x wegen des hier überwiegenden Einflusses von P_{r1} und P_{d1} , weiteres Ausschwenken der vorderen Schwenkachse, damit Wachsen von P_{r1} unter weiterer Abnahme von P_2 und weiterer Zunahme von P_1 . Auch hier kommen wir durch Probieren leicht zum Ziel, legen ein bestimmtes x zugrunde und schätzen R vorläufig, berechnen nach Gleichung 17a) x_{d1} , nach Gleichung 15) P_{d1} , nach 16) P_{r1} , nach 20a) x_{d2} , nach 15) P_{d2} , nach 19a) P_{r2} , setzen x und die vier P -Werte in das Minimumverfahren des Hauptgestells ein, dann muß bei richtiger Wahl von R die bei x an die \mathcal{M} -Linie des Hauptgestells gelegte Berührende die zuletzt eingetragene Richtkraftmomentenlinie in der Richtung von P_2 schneiden.

Innerer Anlauf einer hinteren Achse des Hauptgestells leitet im allgemeinen Periode III ein, wenn nicht vorher P_2 gleich 0 geworden ist, also die erste feste Achse des Hauptgestells sich von der Außenschiene gelöst hat, was bei großer Rückstellkraft der vorderen Schwenkachse wohl eintreten

kann. Hier liege zunächst vorheriger innerer Anlauf einer Hinterachse vor. Diese Periode III beginnt, sobald das R der Periode II den Wert

$$R = \frac{1}{2\sigma} \cdot (2d_n' [x - d] - d_n'^2) \dots 22a)$$

angenommen hat. Dieser Ausdruck entspricht der Gleichung 22) oben. Während dieser Periode III besteht dann zwischen x und x_{d2} die geometrische Beziehung:

$$x_{d2} = \frac{1}{2d_d} \{ d_n^2 - d_n'^2 - d_d^2 - 2(x - d)(d_n - d_n') \} \dots 21a).$$

Durch diesen Anlauf werden mit abnehmendem R x und $-x_{d2}$ linear zu R verkleinert und hört die Abnahme von P_2 im allgemeinen auf. Wenn Achse 2 sich also vorher noch nicht abgelöst hat, läuft sie auch weiter an. Es läuft innen zuerst an die M nächstliegende Achse. Für diese Periode erhalten wir die x - und P -Werte ohne Probieren in folgender Weise: Wir legen ein gewisses R , kleiner als das des Anlaufbeginns, zugrunde, berechnen aus Gleichung 22a) das zugehörige x , aus Gleichung 17a) x_{d1} , bestimmen zeichnerisch oder rechnerisch aus Gleichung 15) P_{d1} , aus 16) P_{r1} , aus 21a) x_{d2} , aus 19a) P_{r2} , aus 15) oder zeichnerisch P_{d2} , setzen x und diese P -Werte in das Minimumverfahren des Hauptgestells ein und erhalten daraus P_2 und P_n' . Wird $P_2 = 0$, bevor eine Hinterachse innen anlauft, so hört damit die Gültigkeit von Gleichung 17a) und 20a) auf und fällt P_2 fort; x , x_{d1} , x_{d2} und R treten in eine neue geometrische Beziehung. Man gelangt dann wieder durch Probieren zum Ziel, ähnlich wie bei Periode II.

$\Sigma \mathcal{M}$ setzt sich zusammen aus dem \mathcal{M} des Hauptgestells: \mathcal{M}_H , denen der vorderen und hinteren Schwenkachse \mathcal{M}_{d1} und \mathcal{M}_{d2} , dem etwa vorhandener Verschubachsen \mathcal{M}_V und den Zuschlägen für die anlauferenden Räder: \mathcal{M}_H , \mathcal{M}_{d1} und \mathcal{M}_{d2} können aus den \mathcal{M} -Linien abgegriffen werden, \mathcal{M}_H steigt zunächst ein wenig!

Diese Ermittlung ist in Abb. 13 und 14, Taf. 28 durchgeführt für ein Hauptgestell mit vier steifen Achsen und vorderer und hinterer Schwenkachse mit folgenden Daten: $d_n = 5,0$, $d_n' = d_5' = 4,5$, $d_n' = d_4' = 3,0$, $d = 0,5$, $d_d = 2,0$, $\frac{Q_1}{Q} = \frac{Q_2}{Q} = 0,8$.

$S_o = 0,5$, $p = 25$, $\sigma = 0,035$ bei $R \leq 300$. Die \mathcal{M} -Linien sind im halben Maßstab der bisherigen und folgenden gezeichnet. Für $R \sim \infty$ (Beginn der Periode I) ist $P_{r1} = P_{r2} = S_o = 0,5$, dafür nach Gleichung 14) $x_{d2} = +0,047$, nach Gleichung 15) oder Abb. 13, Taf. 28 $P_{d2} = 0,6$. x schätzen wir zu 4,38, erhalten dafür aus Gleichung 17a) $x_{d1} = +0,032$, aus Gleichung 15) $P_{d1} = 0,6$ und aus dem Minimumverfahren des Hauptgestells nach Abb. 13, Taf. 28 $P_2 = 3,12$ und $P_{r1} = 0,5$, wie oben eingesetzt; x ist also richtig geschätzt. Die zeichnerische Ermittlung ist in Abb. 13, Taf. 28 dargestellt. In dem $x = 4,38$ entsprechenden Punkt B der \mathcal{M} -Linie ist an diese die Berührende NBC gelegt. Weiter ist die Momentenlinie GD_2J von P_{d2} von der Nulllinie aus eingetragen, daran die Momentenlinie $GD_1'K$ von P_{r2} angetragen, daran die Momentenlinie $LD_1'S$ von P_{d1} und an diese schließlich die Momentenlinie LQN' von P_{r1} , dann muß diese die Berührende NBC in der Richtung von P_2 schneiden, was hier im Punkt Q der Fall ist. x ist also richtig gewählt. P_2 erhalten wir als

$$4 \cdot \frac{LC}{d + d_d} = 3,12. \text{ Periode II beginnt nach Gleichung 20a)}$$

bei $R = 255$, $x = 4,47$, bevor $P_2 = 0$ geworden ist. x nimmt jetzt ab mit abnehmendem R . Für $x = 4,44$ erhalten wir die Richtkräfte und R in folgender Weise: Wir schätzen R zu 218, ermitteln rechnerisch oder zeichnerisch $x_{d1} = +0,05$, $P_{d1} = 0,6$, $P_{r1} = 2,0$, $x_{d2} = -0,78$, $P_{d2} = -0,42$, $P_{r2} = +1,02$, setzen diese vier P -Werte in das Minimumverfahren des Hauptgestells ein, stellen fest, daß die Berührende die Momentenlinie der zuletzt angetragenen Richtkraft in der Richtung von P_2 schneidet, also die Schätzung von R zutrifft und ermitteln $P_2 = 0,9$, genau wie

oben. Bei $R = 218$, $x = 4.44$ läuft nach Gleichung 22a) die letzte Achse des Hauptgestells mit echter Richtkraft innen an. Für $R = 200$ erhalten wir folgende Werte durch Rechnung oder Zeichnung: $x' = 4.31$, $x_{d1} = +0.023$, $P_{d1} = 0.6$, $x_{d2} = -0.77$, $P_{d2} = -0.425$, $P_{r1} = 2.08$, $P_{r2} = +1.10$, setzen diese vier P-Werte in das Minimumverfahren des Hauptgestells ein mit den Momentenlinien $G'D_2J'$ für P_{d2} , $G'D_1'K'$ für P_{r2} , $L'D_1''S'$ für P_{d1} , $L'Q''N''$ für P_{r1} , welche letztere als neue Nulllinie aufgefaßt werden kann, ziehen die Berührende $C'Q'B'P$ und erhalten im Abschnitt RP das Moment $\frac{P_2}{4} \cdot d_5$, im Abschnitt

$Q''Q'$ das Moment $\frac{P_5'}{4} \cdot d_5$, daraus $P_2 = 0.97$, $P_5' = -0.30$. Bei $x = 4.25$, $R = 193$ löst die vorletzte Achse des Hauptgestells die letzte im Innenanlauf ab, es tritt das unechte P_4' an die Stelle des echten P_5' : das Ermittlungsverfahren ändert sich damit grundsätzlich nicht; P_2 springt beim Übergang auf einen etwas höheren Wert.

Von Zuschlägen anlaufender Räder zu ΣM hat nur der von Achse 2 einige Bedeutung, die von Achse 1, 4, 5 und 6 dagegen wegen Kleinheit ihrer x_d bzw. $(x-d)$ nicht. ΣM sinkt ständig mit abnehmendem R , es schwankt zwischen 20,50 bei $x = 4.38$, $R = \infty$ und 18,60 bei $x = 4.10$, $R = 180$, W demgemäß zwischen 0 und 0,104, $w = \frac{0.2 \cdot 1000}{2 \cdot 5,6} \cdot W = 17,9 \cdot W$ zwischen

0 und 1,86: es fällt gering aus. Von den Anlaufwinkeln ist nur $\text{tg} \alpha_2$ eingetragen, alle übrigen wegen ihrer Kleinheit nicht.

Diese Achsenordnung verhält sich sowohl hinsichtlich der Schienenrichtkräfte als des Krümmungswiderstandes recht günstig. P_1 steigt nicht so hoch an, wie bei der Anordnung mit alleiniger vorderer Schwenkachse, weil P_2 nicht 0 wird, sondern auch bei kleinerem R an der Führung teilnimmt; Die starke Neigung von P_2 , während der Periode I und II zu 0 zu werden, wird vor Erreichung ihres Ziels vernichtet durch das Innenanlaufen einer Hinterachse des Hauptgestells, das hier also sehr günstig wirkt. Wie man durch Verlegung der Drehzapfen D_1 und D_2 noch günstigere Werte von P_1 und W erreichen kann, ist im Abschnitt C besonders auseinandergesetzt. Für den Einfluß von S_0 und p auf P_2 und R gilt das oben Gesagte.

A. III. 4. Fahrzeuge, bestehend aus zwei gelenkig und mit Rückstellvorrichtung miteinander verbundenen Gestellen (Mallet-Anordnung).

Im allgemeinen wird auch bei größtem R das zweite Gestell nur indirekt durch das erste geführt; es kann aber auch außerdem direkt durch seine erste feste Achse m geführt sein, und zwar, wenn nach Textabb. 17 erfüllt ist die geometrische Beziehung

$$x_1 = \frac{d_n^2 + d^2}{2d_n} - x_2 \cdot \frac{d}{d_n} \dots \dots \dots 24).$$

Ist x_1 größer, was meistens der Fall ist, so läuft Achse m frei. Die Rückstellkraft wachse wieder nach dem Gesetz

$$P_r = \frac{ap}{R} \cdot (x_2 - x_1 + d_n) + S_0 \dots \dots \dots 16b).$$

Zur Ermittlung der x und p gehen wir wieder von $R = \infty$ aus und verkleinern R allmählich. Für $R = \infty$ ist nach Gleichung 16b) $P_r = S_0$. Wir nehmen zunächst an, daß Achse m nicht anlaufe, dann wird Gestell 2 durch P_d und P_r geführt; wir tragen die Momentenlinie von $P_r = S_0$ in das Diagramm von Gestell 2 ein, ziehen von ihrem Schnittpunkt mit der Richtung von P_d die Berührende an die M_2 -Linie des Gestells 2 und erhalten damit x_2 und P_d , tragen $-P_d$ und $-P_r$ als äußere Kräfte in das Diagramm des ersten Gestells ein und erhalten hier in entsprechender Weise x_1 und P_1 . Schließlich ist nachzuprüfen, ob dies x_1 größer als das nach Gleichung 24) ist;

wenn nicht, so läuft Achse m außen an, tritt P_m hinzu, gelten die für P_d , x_2 , P_1 und x_1 ermittelten Werte nicht und sind diese durch Probieren unter Beachtung der Gleichung 24) zu gewinnen. Mit abnehmendem R schwenkt Gestell I stärker aus, wächst also P_r und nimmt x_2 ab. Es werden dann für kleinere Werte von x_2 durch das Minimumverfahren P_d und P_r des Gestells II ermittelt, diese in umgekehrter Richtung als äußere Kräfte in das Diagramm des ersten Gestells eingeführt und hier in entsprechender Weise x_1 und P_1 gewonnen. Beide

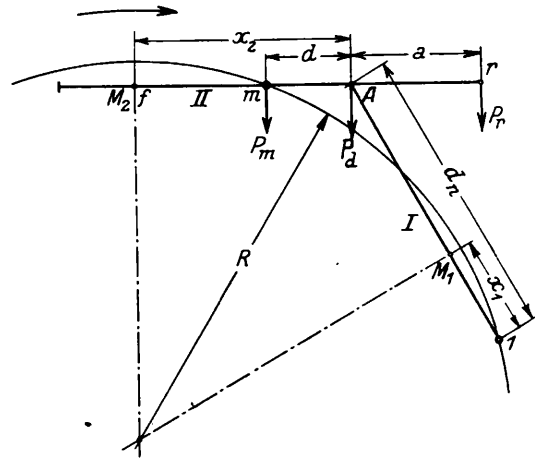


Abb. 17.

nehmen mit abnehmendem R zu. Diese Periode I dauert so lange, bis eine der Hinterachsen des Gestells II innen anläuft. Von da an (Periode II) gilt die aus Textabb. 18 ablesbare geometrische Beziehung

$$x_1 = \frac{d_n^2 + d_n'^2}{2d_n} - \frac{R \sigma}{d_n} - x_2 \cdot \frac{d_n'}{d_n} \dots \dots \dots 25).$$

An Gestell II tritt jetzt die echte oder unechte Richtkraft P_n' neu auf. Durch Probieren ermitteln wir die x und P leicht in

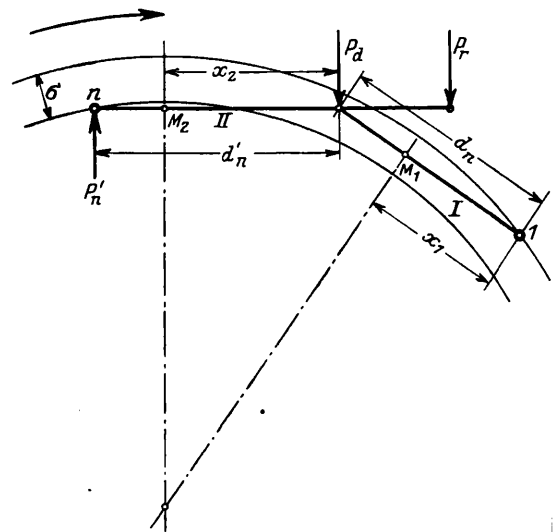


Abb. 18.

folgender Weise: Wir nehmen unter Beachtung der Tatsache, daß x_2 mit R bei Hinteninnenanlauf abnehmen muß, für einen zugrunde gelegten Wert von $x_2 <$ als in Periode I, R zunächst schätzungsweise an, berechnen x_1 nach Gleichung 25), P_r nach Gleichung 16b), ziehen für x_1 und x_2 die Berührenden an die betreffenden M -Linien, führen P_r in das Minimumverfahren des Gestells II ein, erhalten daraus P_d und $-P_n'$, setzen $-P_r$ und $-P_d$ als äußere Kräfte in das Minimumverfahren des Gestells I ein und prüfen nach, ob ihnen das berechnete x_1 entspricht. Dabei bleibt x_1 ziemlich unverändert.

ΣM des Krümmungswiderstandes setzt sich zusammen aus M_1 , M_2 und den Zuschlägen für die anlaufenden Räder, von

denen im allgemeinen nur der von Achse 1 von Belang ist. In Periode I nimmt \mathcal{M}_2 ab, \mathcal{M}_1 aber zu, der Zuschlag von Achse 1 nimmt ständig zu; somit steigt mit abnehmendem $R \geq \mathcal{M}$ im allgemeinen zunächst an, um dann ziemlich konstant zu bleiben. \mathcal{M}_2 liegt im allgemeinen in der Nähe seines Mindestwertes.

Dies Verfahren ist in Abb. 15 und 16, Taf. 28 und 29 durchgeführt für ein aus zwei Gestellen mit je drei festen Achsen bestehendes Fahrzeug mit $d_n' = d_6' = 4,25$, $d_n' = d_5' = 2,75$, $d = 1,25$, $d_n = 4,25$, $a = 2,75$; die Anordnung sei vollkommen symmetrisch; $p = 25$, $S_0 = 0,5$. Für $R \sim \infty$ ist $P_r = S_0 = 0,5$. Die zugehörige P_r -Momentenlinie in Abb. 15, Taf. 28 ist CA_2E . Von ihrem Schnittpunkt E mit der Richtung von P_d ist die Berührende EB an die \mathcal{M}_2 -Linie gelegt; diese, rückwärts verlängert, schneidet auf der Richtung von P_r das Moment $\frac{P_d}{2} = A_2G = a \cdot \frac{1,67}{2} ab$. Verlängert man BEG rückwärts bis zum Schnittpunkt H mit der Richtung von P_1 und zieht von hier die Berührende HF an die \mathcal{M}_1 -Linie des Gestells I, so erhält man $x_1 = A_1M_1$ und $P_1 = 2 \cdot \frac{GJ}{d_n - a} = 2,4$. Dies $x_1 = 1,6$

ist größer als 1,2, der Wert von x_1 nach Gleichung 24). Die Voraussetzung, daß Achse 4 nicht anlaufe, trifft also zu, x_1 kann nur bis auf 1,5 sinken, weil bei diesem Wert die Hinterachse des Gestells I außen anläuft. Während der übrigen Periode I zieht man für ein zugrunde gelegtes x_2 die Berührende an die \mathcal{M}_2 -Linie, die auf den Richtungen von P_d und P_r die Momente $P_r \frac{a}{2}$ und $P_d \frac{a}{2}$ abschneidet, zieht dann wie oben vom Schnittpunkt der Berührenden mit der Richtung von P_1 die Tangente an die \mathcal{M}_1 -Linie und erhält daraus x_1 und P_1 . R ermittelt man nach Gleichung 16b). Bei $x_2 = 3,12$, $x_1 = 3,0$ ergeben Gleichung 16b) und 25) mit $d_n' = d_5' = 2,75$, d. h. Innenanlauf der mittleren Achse des zweiten Gestells, den gleichen Wert $R = 245$, hier beginnt also Periode II. Für $x_2 = 3,0$ ist das Verfahren folgendes: Man schätzt $R = 232$, berechnet nach Gleichung 25) $x_1 = 2,97$, nach Gleichung 16b) $P_r = 1,77$, zieht die zugehörigen Berührenden $B'NK$ und $F'J'H'$, die Momentenlinie von $P_r - A_2E'L$ und legt dann eine Gerade durch N und E', so muß diese durch H' gehen, wenn R richtig gewählt ist: denn NH' ist die Momentensummenlinie von P_d und P_r , die zwischen Gestell I und II wirken, außer denen auf Gestell I nur P_1 , auf Gestell II nur P_5' führend einwirkt. Man erhält im Abschnitt E'K das Moment $\frac{P_5'}{2} \cdot d_5' = 0,47 \cdot \frac{d_5'}{2}$, im Abschnitt NL das Moment

$$\frac{P_d}{2} \cdot d_5' = 0,61 \cdot \frac{d_5'}{2} \text{ und im Abschnitt } (G'J' \text{ das Moment } P_1 \cdot \frac{1}{2} (d_n - a) = \frac{4,8}{2} (d_n - a).$$

Von Zuschlägen zu $\Sigma \mathcal{M}$ ist nur der von Achse 1 berücksichtigt, der bis zu 14% von $\mathcal{M}_1 + \mathcal{M}_2$ ausmacht. $\Sigma \mathcal{M}$ mit diesem Zuschlag schwankt zwischen 17,94 bei $R = \infty$ und dem Höchstwert 22,52 bei $R = 182$, erreicht diesen schon etwa bei $R = 245$; W schwankt entsprechend zwischen 0 und 0,124, $w = \frac{0,2 \cdot 1000}{2,6}$. W zwischen 0 und 2,07. \mathcal{M}_2 geht bei $R = 213$, $x_2 = 2,75$ durch seinen Mindestwert 8,20; \mathcal{M}_1 hat seinen Endwert für $R = 180$ von 11,15 fast schon bei Beginn der Periode II ($R = 245$), erreicht. W ist in Abb. 16, Taf. 29 eingetragen. tga ist stets klein, der Höchstwert ist $tga_1 = \frac{3,05}{180} = 0,017$ bei $R = 180$. Die Anlaufwinkel sind daher nicht eingetragen.

Im Freilauf hat P_1 die Neigung, sehr hoch anzusteigen, der Innenanlauf einer Hinterachse des Gestells II ist also bei den

vorliegenden Werten der Rückstellvorrichtung sehr erwünscht, auch wenn die anlaufende Achse vor dem Reibungsmittelpunkt liegt, der Anlauf also mit unechter Richtkraft geschieht. Ermäßigt man die Rückstellwirkung durch Verringerung von p oder S_0 , so sinkt nach Gleichung 16b) bei gleichem P_r das R des Freilaufs; bei gleichem R wird also das P_1 kleiner; bei starker Ermäßigung von p kann bei dem kleinsten vorkommenden R P_1 weit unter dem Höchstwert der Abb. 16, Taf. 29 bleiben. Periode II überhaupt nicht mehr auftreten. Näheres s. Abschnitt C. Im Beispiel sind S_0 und p absichtlich unzuweckmäßig groß gewählt.

A. III. 5. Fahrzeuge, bestehend aus einem Hauptgestell mit gegen eine Mittelstellkraft verschieblichem vorderem und hinterem mehrachsigem Drehgestell.

Die Drehzapfendrucke sollen wieder linear mit dem Ausschlag zunehmen. Textabb. 19 stelle das Schema einer solchen Anordnung dar; beide Drehgestelle sollen gleichen Radstand d_d und den Drehzapfen in der Mitte haben. Bei großem R wird das Hauptgestell geführt vorn und hinten indirekt durch die veränderlichen Drehzapfendrucke P_{d1} und P_{d2} und außerdem

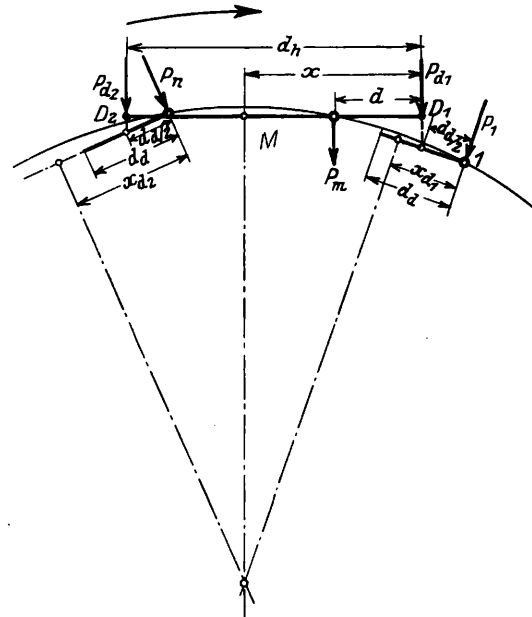


Abb. 19.

direkt durch Anlauf seiner ersten festen Achse an die Außenschiene mit P_m . Von diesen Kräften ist P_{d2} als von außen nach innen wirkend, also als unechte Richtkraft, angenommen. Für das so geführte Fahrzeug gelten die bereits für die Anordnung A. II. 2. abgeleiteten Beziehungen:

$$R = 2(P_{d1} - S_{01}) \left(2xd + d_d x_{d1} - d^2 - \frac{d_d^2}{4} \right) \dots 12c)$$

$$R = \frac{P_2}{2(P_{d2} - S_{02})} \left(-2x(d_h - d) + d_d x_{d2} + d_h^2 - d^2 - \frac{d_d^2}{4} \right) \dots 12d)$$

also bei $p_1 = p_2$

$$(P_{d2} - S_{02}) \left(2xd + d_d x_{d1} - d^2 - \frac{d_d^2}{4} \right) =$$

$$= (P_{d1} - S_{01}) \left\{ -2x[(d_h - d) + d_d x_{d2} + d_h^2 - d^2 - \frac{d_d^2}{4}] \right\} \dots 12e).$$

Allgemein gilt außerdem die aus Textabb. 19 ablesbare Beziehung:

$$R = \frac{P}{2(P_{d1} - S_{01} - P_{d2} + S_{02})} \{ 2d_h x - d_h^2 + d_d(x_{d1} - x_{d2}) \} \dots 26).$$

Bei $R \sim \infty$ ist nach Gleichung 12c) und 12d) $P_{d1} = S_{01}$ und $P_{d2} = S_{02}$. Zur Ermittlung von P_m tragen wir die Momentenlinien von P_{d1} und P_{d2} in das Diagramm des Hauptgestells von

der Nulllinie aus aneinander an und ziehen vom Schnittpunkt der zuletzt eingetragenen Momentenlinie mit der Richtung von P_m die Berührende an die \mathcal{M} -Linie des Hauptgestells; so erhalten wir in bekannter Weise P_m , weiter die Schienenrichtkräfte der anlaufenden Drehgestellvorderachsen P_1 und P_n durch Einführen von $-P_{d1}$ bzw. $-P_{d2}$ als äußerer Kräfte in die Minimumverfahren des vorderen bzw. hinteren Drehgestells. Nachzuprüfen bleibt, ob die Richtung des auf das Hauptgestell wirkenden P_{d2} tatsächlich von außen nach innen geht, d. h. ob bei den berechneten x , x_{d1} , x_{d2} und den gegebenen Abmessungen der Gestelle der hintere Drehzapfen des Hauptgestells D_2 tatsächlich aus der Längsachse des hinteren Drehgestells nach außen verschoben ist. Auf dem weiteren Verlauf dieser Periode I nimmt x ein wenig mit abnehmendem R ab wegen überwiegenden Einflusses von P_{d1} ; dieses sowie P_{d2} nimmt zu, aber dieses sehr viel schwächer als jenes. Man kommt durch Probieren zum Ziel, indem man für ein zugrunde gelegtes x das zugehörige P_{d1} zunächst schätzt, P_{d2} und P_m aus dem Minimumverfahren des Hauptgestells bestimmt und nachprüft, ob die beiden P_{d1} und die durch sie festgelegten x_{d1} , x_{d2} die Gleichung 12e) erfüllen.

Sobald $P_m=0$ wird, beginnt Periode II, der Freilauf, x sinkt in ihr mit abnehmendem R weiter. Wir ziehen für ein bestimmtes x die Berührende an die \mathcal{M} -Linie des Hauptgestells, die auf den Richtungen von P_{d1} und P_{d2} die Momente $\frac{P_{d2}}{2} \cdot d_h$ und $\frac{P_{d1}}{2} \cdot d_h$ von der Nulllinie aus abschneidet (siehe Abb. 17, Taf. 29) und ermitteln P_1 und P_m wie oben. Mit Anlauf einer Hinterachse an die Innenschiene beginnt Periode III, auf der sinngemäß wie bei Periode I verfahren wird.

$\Sigma \mathcal{M}$ des Krümmungswiderstandes setzt sich zusammen aus den \mathcal{M} der drei Gestelle und den Zuschlägen der anlaufenden Räder, von denen im allgemeinen nur die der Vorderachsen aller drei Gestelle von einiger Bedeutung sind. $\Sigma \mathcal{M}$ nimmt mit abnehmendem R ständig ab: alle drei \mathcal{M} liegen im allgemeinen weit über ihrem Mindestwert.

Für eine symmetrische 2C2-Anordnung mit folgenden Daten: $d_h=8,4$, $d=2,7$, $d_d=2,2$, $\frac{Q_d}{Q}=0,8$, $S_{o1}=S_{o2}=0,5$,

$p=25$, $\sigma=0,035$ für $R \leq 300$ ist das Verfahren dargestellt in Abb. 17 und 18, Taf. 29. Für $R \sim \infty$ ist $P_{d1}=P_{d2}=0,5$, $x=5,9$, $x_{d1}=x_{d2}=2,55$, $P_1=P_n=P_6=2,50$, $P_m=P_3=3,16$. Für $x=5,55$ ist $P_{d1}=2,22$ geschätzt, die Momentenlinie von P_{d1} als CD_1ES in Abb. 17 an die Nulllinie angetragen, weiter die Berührende NBK für $x=5,55$ gezogen, dann ist bei richtiger

Wahl von P_{d1} der Abschnitt $KE = \frac{P_{d2}}{2} \cdot (d_h - d)$, $P_{d2}=0,77$

und der Abschnitt $SN = \frac{P_3}{2} \cdot (d_h - d)$, $P_3=0,192$. Zieht man weiter die Berührende CJF an die \mathcal{M}_1 -Linie des ersten Drehgestells, so erhält man dessen $x_{d1}=2,1$ und $P_1 = \frac{D_1 J}{d_{d1}} \cdot 2 = 3,33$.

Sinngemäß trägt man in A_6 dem Angriffspunkt von P_6 , $\frac{P_{d2}}{2} \cdot \frac{d_{d2}}{2} = A_6 G$ auf — das auch zeichnerisch durch die Linien EA_6O und KGO gewonnen werden kann — zieht von G die Berührende GI'H an die \mathcal{M}_2 -Linie des hinteren Drehgestells und erhält hier $x_{d2}=2,45$ und $P_6 = 2 \cdot \frac{D_2 I'}{d_{d2}} = 2,60$. P_{d1} , P_{d2} ,

x , x_{d1} , x_{d2} erfüllen die Gleichung 26), die Wahl war also richtig. R erhalten wir nach Gleichung 26) zu 189. P_3 wird 0 bei $x=5,53$. Die Konstruktion für Periode II ist oben hinlänglich beschrieben. Periode III — Innenanlauf der letzten Achse des

Hauptgestells — tritt bei so niedrigem R auf, daß sie nicht mehr untersucht ist.

Von Zuschlägen zu $\Sigma \mathcal{M}$ sind die von Achse 1, 6 und 3 zu berücksichtigen, sie machen bis 9% von $\mathcal{M} + \mathcal{M}_1 + \mathcal{M}_2$ aus. $\Sigma \mathcal{M}$ einschließlich dieser Zuschläge schwankt zwischen 24,90 bei $R=\infty$ und 21,64 bei $R=150$, W bei den gleichen Grenzen zwischen 0 und 0,144, $w = \frac{0,2 \cdot 1000}{2(3+4 \cdot 0,8)} \cdot W$ zwischen 0 und 2,32, ist gleich 1,98 bei $R=180$. Von Anlaufwinkeln erreicht α_6 den höchsten Wert $\text{tg } \alpha_6 = \frac{2,45}{150} = 0,0163$ bei $R=150$, den

Wert $\frac{2,45}{180} = 0,0136$ bei $R=180$; die Anlaufwinkel sind stets sehr klein, in Abb. 18, Taf. 29 deswegen nicht eingetragen.

Die Zusammenstellung der Kennlinien zeigt das günstige Verhalten der Anordnung. Mit abnehmendem S_0 steigt der hohe Anfangswert von P_3 , sinken P_1 und P_6 , bei $S_0=0$ auf 2,18. Mit sinkendem p sinkt R . Es dürfte sich also empfehlen, S_0 nicht, wohl aber p zu verkleinern; man kann dadurch u. U. R soweit verringern, daß der Freilauf mit seinen hohen Anfangswerten von P_1 und P_6 bei so kleinem R erreicht wird, daß er praktisch nicht mehr auftritt, mithin auch $P_{1\max}$ und $P_{6\max}$ kleiner ausfallen. Schiebt man die Drehzapfen D_1 und D_2 soweit an die Achsen des Hauptgestells heran, ohne ihre Lage zu den Drehgestellen zu ändern, daß das D_2 des hinteren Drehgestells weiter außen liegt, als der zugehörige Punkt des Hauptgestells, so kehrt P_{d2} seine Richtung um, wird zu einer echten Richtkraft und entlastet P_1 , das dann erheblich kleiner ausfällt. Gleichzeitig sinkt aber damit x und für das kleinere x ist jene Bedingung schwer zu erfüllen. Beim Übergang von $+P_{d2}$ auf $-P_{d2}$ gibt es eine Unstetigkeit im Lauf, d. h. sprunghaften Übergang von x für $P_{d2}=+S_0$ über x für $P_{d2}=0$ auf x für $P_{d2}=-S_0$, worauf hier nur kurz hingewiesen sei. Wie man P_{d2} durch Vorlegung von D_2 aus der Mitte des Drehgestells heraus zum Hauptgestell hin mit Sicherheit zu einer echten Richtkraft machen kann und die günstige Einwirkung solcher Verlegung von D_2 und auch von D_1 auf die Schienenrichtkräfte überhaupt ist unter C erörtert.

A. III. 6. Fahrzeuge, bestehend aus Hauptgestell und vorderem Kraufs-Gestell, dessen Drehzapfen und Vorderachse gegen je eine Rückstellkraft verschieblich sind.

Beide Rückstellkräfte sollen linear mit dem Ausschlag anwachsen. Die Anordnung unterscheidet sich von der nach A. II. 1. nur durch das Hinzutreten der Rückstellkraft P_r der Vorderachse, die in deren Höhe angreift. Bei großem R läuft auch hier die erste feste Achse des Hauptgestells außen an, und es gilt dafür die dort abgeleitete Beziehung 8a), ebenso für Innenanlauf einer Hinterachse bei kleinem R Gleichung 8b).

Weiter ist nach der schematischen Textabb. 20 allgemein der Ausschlag

$$g = \frac{x - c + \frac{d_d}{2}}{R} (d_d - c) \text{ und mit}$$

$$c + g = \frac{P_r - S_{o_r}}{P_r}, \quad e = \frac{P_d - S_{o_d}}{P_d}$$

$$P_r = \frac{P_r}{P_d} (P_d - S_{o_d}) + S_{o_r} + \frac{P_r}{R} \left(x - c + \frac{d_d}{2} \right) (d_d - c) \dots 27)$$

oder in dem meist vorliegenden Fall, daß $P_r = P_d = p$ und $S_{o_r} = S_{o_d} = S_0$

$$P_r = P_d + \frac{p}{R} \left(x - c + \frac{d_d}{2} \right) (d_d - c) \dots 27a).$$

Bei $R \sim \infty$ sind P_d und P_r durch Gleichung 8a) und 27) bestimmt. Man führt diese als äußere von außen nach innen gerichtete Kräfte in das Minimumverfahren des Hauptgestells

ein und erhält daraus P_m , die Schienenrichtkraft der ersten festen Achse des Hauptgestells und x . Für den weiteren Verlauf der Periode I. Führung des Hauptgestells durch P_d , P_r , P_m , gelangt man durch Probieren zum Ziel. x nimmt mit sinkendem R langsam ab, weil P_d und P_r damit zunehmen. Für ein zugrunde gelegtes x schätzen wir zunächst R , berechnen P_d nach Gleichung 8a), P_r nach Gleichung 27) bzw. 27a) und prüfen nach, ob im Diagramm des Minimumverfahrens des Hauptgestells die Berührende an die M -Linie und die an die P_r -Momentenlinie angelegte P_d -Momentenlinie sich in der Richtung von P_m schneiden. P_m sinkt schnell; aus diesem Grunde nimmt nicht nur P_r , sondern auch P_d ein wenig zu. Mit $P_m=0$ beginnt Periode II. Freilauf. In ihr sinkt x weiter mit R , P_r steigt stärker als bisher, P_d sinkt aber stark, da ein sinkendes P_m neben dem stark zunehmendem P_r nicht mehr vorhanden ist. Man ermittelt für verschiedene Werte von x mittels des Minimumverfahrens ohne weiteres P_d und P_r und berechnet aus Gleichung 27, 27a) das zugehörige R . Sobald Gleichung 8b) den gleichen Wert für R ergibt wie 27), 27a), läuft eine Hinterachse des Hauptgestells innen an und man

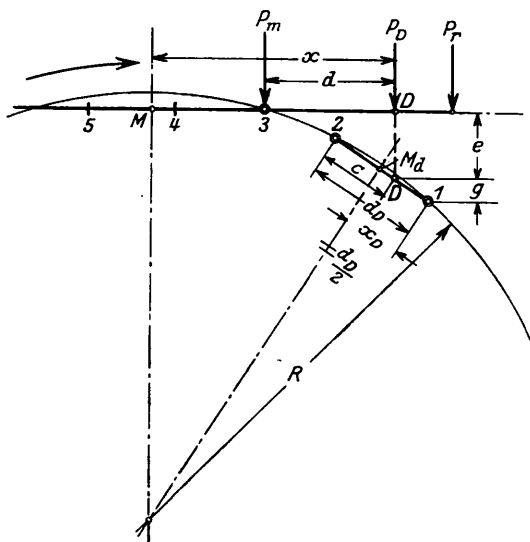


Abb. 20.

verfährt in der damit beginnenden Periode III sinngemäß wie bei I. ΣM des Krümmungswiderstandes ermittelt sich wie zu A. II. 1.

Das Verfahren ist in Abb. 19 und 20. Taf. 29 für das Beispiel von A. II. 1. durchgeführt mit $S_{o_d}=S_{o_r}=S_o=0,3$, $p_d=p_r=p=25$. Bei $R=\infty$ ist demnach $P_r=P_d=0,3$. Führt man diese Kräfte in das Diagramm von Abb. 19, Taf. 29 ein, so erhält man $x=5,75$, $P_m=P_3=2,5=P_{3max}$. Für $x=5,5$ nehmen wir zunächst schätzungsweise $R=1475$ an, berechnen aus Gleichung 8a) $P_d=0,515$, aus Gleichung 27a) $P_r=0,605$. ziehen in Abb. 19 für $x=5,5$ die Berührende BCD' , legen die Momentenlinie von P_r als A_1EF an die Nulllinie an und tragen daran nach oben die Momentenlinie von P_d als EC , dann schneidet sich diese mit der Berührenden in C , einem in der Richtung von P_3 liegenden Punkt, die Wahl von R war also richtig. P_3 erhalten wir als $\frac{ED'}{d_3} \cdot 2 = 1,28$. Bei $x=5,18$ wird $P_3=0$, es beginnt Periode II, der Freilauf. Für $x'=5,17$ ist die Ermittlung von P_d und P_r in Abb. 19, Taf. 29 dargestellt. Die zugehörige Berührende $B'D''A_1'$ schneidet auf der Richtung von P_d das Moment P_r (d_4-c) = DD'' und auf der Richtung von P_r das Moment P_d (d_4-c) = A_1A_1' ab und ergibt $P_r=0,92$ und $P_d=0,7$. Aus Gleichung 27a) erhält man $R=560$. Bei $x=5,15$ beginnt Periode III mit dem Innenanlauf der Achse 4, $d_4'=4,5$. Hier

berechnet man für ein zugrunde gelegtes kleineres x und geschätztes zugehöriges R das P_d nach Gleichung 8b), das P_r nach Gleichung 27a) und stellt fest, ob die an die Momentenlinie von P_r angetragene Momentenlinie von P_d die Berührende in der Richtung von P_4 schneidet. P_1 , P_2 , Y_1 und Y_2 berechnet man wie bei A. II. 1. mit der einzigen Abweichung, daß hier P_r zu dem so ermittelten P_1 zu addieren ist.

$$\Sigma M \text{ ist ermittelt als Summe von } M', M_1 = 2,0,8 \sqrt{s^2 + \frac{d_d^2}{4}}$$

und dem sehr kleinen Zuschlag für die zweite Achse; der Zuschlag für die erste und vierte Achse ist hier wegen Kleinheit vernachlässigt. ΣM schwankt zwischen 21,63 bei $R=\infty$ und 16,35 bei $R=180$, W demgemäß zwischen 0 und 0,091, w zwischen 0 und 1,90, ist also viel kleiner als bei A. II. 1. wegen kleineren x . Der Anlaufwinkel α ist stets klein, am größten an der zweiten Achse, $\text{tg } \alpha_{2max} = \frac{2,35}{180} = 0,013$.

Aus der Auftragung der Kennlinien in Abb. 20, Taf. 29 ersieht man, daß der frühzeitige Abbruch des Freilaufs durch Innenanlauf der vierten Achse P_4' stark ansteigen läßt und den steilen Abfall von P_d und R , sowie den steilen Anstieg von P_r , also das starke Auseinanderstreben von P_d und P_r , abbricht. Die Folge ist, daß der Unterschied P_1-P_2 geringer ausfällt und P_6' größer wird, als es bei längerem Freilauf der Fall wäre. Eine Verlängerung des Freilaufs durch Schwächen der Spurkränze der vierten Achse dürfte zweckmäßig sein. Ein Vergleich mit Abb. 4, Taf. 25 der Anordnung A. II. 1. zeigt, daß P_r die Größe x und damit den Krümmungswiderstand verkleinert, auch P_2 , Y_2 , P_3 , Y_3 verkleinert, aber P_1 , Y_1 , P_4 , Y_4 vergrößert. Es dürfte sich empfehlen, P_r etwas schwächer zu halten.

B. Verfahren bei Ausübung einer Zugkraft.

Dieser Fall sei nur grundsätzlich und angenähert behandelt. Zunächst sei untersucht, ob das Minimumverfahren überhaupt für eine Lokomotive, die am Umfang ihrer gekuppelten Achsen eine Zugkraft Z äußert, gilt. Der Zugwiderstand, der bei Annahme einer Lokomotive ohne eigenen Fahrwiderstand gleich Z ist, wirke in Richtung der Fahrzeuglängsachse. Wie Uebelacker gezeigt hat, rückt in diesem Fall der Reibungsmittelpunkt M für die gekuppelten Achsen aus der Fahrzeuglängsachse nach außen um z , dessen Maß sich darnach bestimmt, daß die

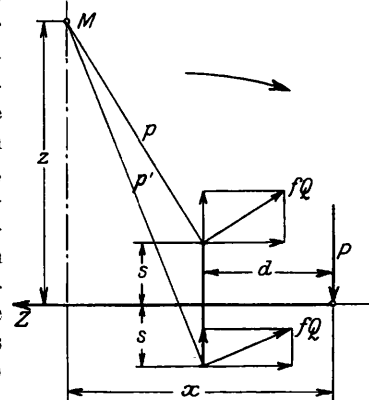


Abb. 21.

Summe der in die Fahrzeuglängsachse fallenden Komponenten der Reibungswiderstände der gekuppelten Räder gleich Z ist. Für ein indirekt geführtes steifachsiges Fahrzeug erhalten wir somit das Kräftebild der Textabb. 21, worin die eine dargestellte Achse eine beliebige große Zahl n von gekuppelten Achsen vertreten möge. Die in den Krümmungen vorhandene Änderung der Lastverteilung auf Innen- und Außenräder bleibe wieder unberücksichtigt. Dann lautet die Gleichung der Momente der äußeren, in Einheiten fQ ausgedrückten, Kräfte um M :

$$P_x - \sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2} - \sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2} + Zz = 0 \dots 28),$$

$$P_x - M + Mz = 0 \dots 28a),$$

daraus ergibt sich

$$P = \frac{\sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2}}{x} + \frac{\sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2}}{x} - \frac{Zz}{x} \dots 29)$$

und, unter der vereinfachenden Annahme, daß z sich mit x nicht ändere:

$$\frac{dP}{dx} = 0 = \frac{1}{x^2} \left\{ x \cdot \frac{2(x-d)}{\sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2}} - \sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2} + \frac{x}{2} \cdot \frac{2(x-d)}{\sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2}} - \sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2} \right\} + \frac{Zz}{x^2}$$

oder

$$\frac{(x-d)x}{\sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2}} - \sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2} + \frac{x(x-d)}{\sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2}} - \sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2} + Zz = 0.$$

Den gleichen Ausdruck erhält man, indem man P nach Gleichung 29) gleich dem sich aus der Gleichung der senkrechten äußeren Kräfte ergebenden P setzt, d. h.

$$P = \frac{\sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2}}{x} + \frac{\sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2}}{x} - \frac{Zz}{x} = \frac{x-d}{\sqrt{(x-d)^2 + (z-s)^2}} + \frac{x-d}{\sqrt{(x-d)^2 + (z+s)^2}}$$

also gilt auch hier das oben ausgesprochene Gesetz über den Mindestwert von P und das darauf aufgebaute zeichnerische Minimumverfahren. Es gilt auch, wie hier nicht nachgewiesen wird, ohne die oben gemachte vereinfachende Annahme.

Demnach ergibt sich folgende, in Abb. 21, Taf. 29 für ein vorne direkt geführtes dreiachsiges Fahrzeug von $2 \times 1,5$ Radstand dargestellte Konstruktion für P und W . Man zeichnet für einen oder mehrere zugrunde gelegte konstante Werte von z — in Abb. 21, Taf. 29 für $z=0$, $z=1$ m, $z=2$ m — die \mathcal{M} -Linie und die Zz -Kurve, d. h. \mathcal{M} und Zz als Ordinaten für die zugehörigen verschiedenen x als Abszissen über der Fahrzeuglängsachse nach oben auf. \mathcal{M} ist, wie oben, $= \sum_1^n p + \sum_1^n p'$. Z ist nach der

Gleichung der wagrechten äußeren Kräfte (siehe Textabb. 21) $= \sum_1^n \frac{z-s}{p} + \sum_1^n \frac{z+s}{p'}$, also bei konstantem z etwas veränderlich

mit x . Die einem bestimmten Zz zugehörige \mathcal{M}_z -Linie ist eine, in diesem Abstand Zz von der Fahrzeuglängsachse zu dieser parallel gezogene Gerade; die \mathcal{M}_z -Linie liegt also nicht fest, wie die Momentenlinien der bisher im Abschnitt A eingeführten äußeren Kräfte, sondern ist in ihrer Höhenlage etwas veränderlich, entsprechend dem Verlauf der Zz -Linie. x und P sind demnach durch Probieren so zu bestimmen, daß die in einem Punkt B an die \mathcal{M} -Linie gelegte Berührende die Richtung von P im gleichen Abstand von der Fahrzeuglängsachse schneidet wie ein von B auf diese Achse gefälltes Lot die Zz -Kurve schneidet; denn diese beiden Schnittpunkte A und C müssen auf der zugehörigen \mathcal{M}_z -Linie liegen. In Abb. 21, Taf. 29 ist für $z_1=1$ m zunächst versuchsweise von Punkt B' der \mathcal{M}_1 -Linie — der \mathcal{M} -Linie für $z=1$ m, — die Berührende $B'A'$ gezogen und von A' die Parallele $A'C'$ zur Fahrzeuglängsachse, die das Lot von B' auf diese Achse in C' schneidet; C' liegt unterhalb der Zz -Linie. In entsprechender Weise ist Punkt C'' etwas oberhalb der Zz_1 -Linie gewonnen. Verbindet man C' und C'' durch eine Gerade, so erhält man ziemlich genau in deren Schnittpunkt C_1 mit der Zz_1 -Linie die richtige Lage von C ; in diesem Beispiel ist bei $z=1$ m

$x_1=2,85$ m: $P=2 \cdot \frac{C_1 B_1}{A_1 C_1} = 3,0$ bei $Z=3,3$. $Z_{\max}=3,83$ würde auftreten bei $x_1=d_1$. Ebenso erhält man für $z=2$ m — $x_2=2,75$ m, $P=2 \cdot \frac{C_2 B_2}{A_2 C_2} = 2,3$ bei $Z=4,7$. Für $z=0$, $Z=0$ würde man erhalten $x_0=3,1$, $P=3,65$. Mit wachsendem Z nimmt also x ein wenig, P ziemlich erheblich ab.

Zur Ermittlung des Krümmungswiderstandes W gehen wir aus von Gleichung 28) bzw. 28a). Darnach ist zur Über-

windung der an den Radauflagerstellen auftretenden Reibungswiderstände fQ , unter Absehung von den besonderen Verhältnissen des anlaufenden Rades, auf das Fahrzeug auszuüben das Moment $\mathcal{M} = Px + Zz$, das also wieder unmittelbar durch die Ordinaten der \mathcal{M} -Linie dargestellt wird. Die besonderen Verhältnisse des Anlaufs können durch einen Zuschlag, wie oben, berücksichtigt werden. Dieser Ausdruck für \mathcal{M} zeigt nun die eigenartige Tatsache, daß das Moment zur Überwindung des Krümmungswiderstandes nur zu einem Teil durch die Richtung P zum ändern aber durch den Zugwiderstand Z aufgebracht wird. Die Lokomotive wird also in der Krümmung

mehrbelastet nur durch den Krümmungswiderstand $\frac{P \cdot x}{R}$, den eigentlich „meßbaren“ Krümmungswiderstand W' , aber nicht durch $\frac{Z \cdot z}{R}$; der zweite Summand von \mathcal{M} bedeutet hier keinen Kraft-, sondern einen Wegverlust. Das ersieht man aus der Betrachtung der Geschwindigkeitsverhältnisse. In Textabb. 22 sind diese dargestellt für eine auf die Spur O zusammengeschrumpfte angetriebene Achse: diese durchfähre die Krümmung mit der wirklichen Geschwindigkeit $v = R \cdot \omega$, die sich zusammensetzt aus der Gleitgeschwindigkeit g um M und der Rollgeschwindigkeit r in Richtung der Fahrzeuglängsachse. Aus der Textabb. 22 sieht man, daß r nicht $\sim R\omega$, sondern $\sim (R+z)\omega$ ist; das heißt, um die Krümmung mit der Geschwindigkeit $v = R \cdot \omega$ zu durchfahren, müssen die angetriebenen Räder der Lok. eine Umfangsgeschwindigkeit $r = \sim (R+z) \cdot \omega$ haben, oder es ermäßigt sich bei unveränderter Radumfangsgeschwindigkeit $R \cdot \omega$ die Lokomotiv- und Zuggeschwindigkeit in der Krümmung von $R\omega$ auf $\sim (R-z)\omega$! Faßt man ω als Winkel auf, $R\omega$ also als Weg von Lok. + Zug, so ist zur Zurücklegung dieses Weges am Umfang der angetriebenen Lokomotivräder nach Abb. 43 zu leisten die

Arbeit: $L = \frac{Px}{R} \cdot R\omega + Zz\omega$, also $L = (Px + Zz)\omega$.

Drückt man diese Arbeit aus als das Produkt des von der Lokomotive tatsächlich zurückgelegten Weges $R\omega$ und des auf diesen Weg reduzierten Widerstandes W , so erhält man die Gleichung $(Px + Zz)\omega = W R \omega$, oder

$W = \frac{Px + Zz}{R}$ als „reduzierten“ Krümmungswiderstand, wohl zu

unterscheiden vom „meßbaren“ $W' = \frac{Px}{R}$. Beide ergeben sich

aus Abb. 21, Taf. 29. Darnach erhält man für $z=1$ m den meßbaren Widerstand $W' = \frac{C_1 B_1 \cdot 2m}{R} = \frac{8,5}{R}$, den reduzierten

$W = \frac{N_1 B_1 \cdot 2m}{R} = 11,8$; für $z=2$ m $W' = \frac{6,3}{R}$, $W = \frac{15,7}{R}$; für

$z=0$ $W = \frac{11,3}{R}$. Für $Z=4,7$ ist also W um 39% größer als

bei $Z=0$! Bei $R=180$ erhält man für $z=0, 1, 2$ die spezifischen reduzierten Krümmungswiderstände: w in $\text{kg/t} = 2,1, 2,2, 2,9$; die spezifischen meßbaren $w' = 2,1, 1,58, 1,17$.

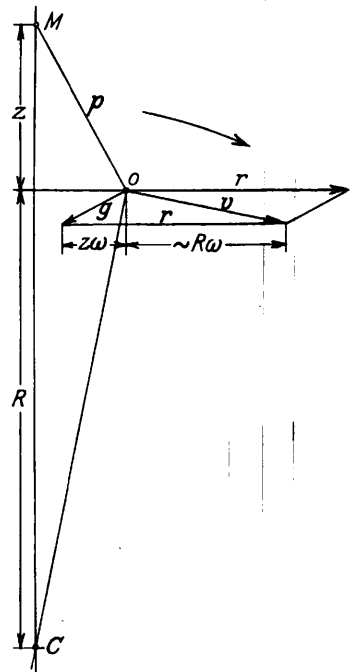


Abb. 22.

Je mehr sich die Richtung der Gleitgeschwindigkeit g derjenigen der Rollgeschwindigkeit r nähert, desto größer wird die Gefahr des Schleuderns, worauf schon Uebelacker in seiner mehrfach angezogenen grundlegenden Arbeit aufmerksam gemacht hat, auf die sich auch die vorliegenden Untersuchungen aufbauen. Diese sollen auch in diesem Abschnitt nur eine Annäherung an die Wirklichkeit darstellen; verschiedene Einflüsse sind bewußt vernachlässigt, die wichtigsten davon sind oben angegeben.

C. Die ideale Führung.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß — abgesehen von etwaiger Labilität des Gleichgewichtes — jedes Fahrgestell lediglich indirekt geführt werden kann. Verbindet man nun zwei Gestelle miteinander durch ein zwischen beiden liegendes Gelenk, so kann man dieses im allgemeinen so legen, daß im Beharrungszustande das vordere Gestell lediglich durch den vom hinteren auf das Gelenk ausgeübten Druck, das hintere aber allein durch dessen Reaktion (den vom vorderen Gestell ausgeübten Gelenkdruck) geführt werden kann. Bei dieser Art der Führung müssen die Richtkräfte einander entgegengesetzt gerichtet und bei einer bestimmten Lage ihrer Angriffspunkte gleich groß sein. Bei dieser Anordnung würden also überhaupt keine Schienenrichtkräfte am ganzen Fahrzeug auftreten, wenn es einmal diese Gleichgewichts- und Beharrungszustandsstellung eingenommen hat, eigentlich anlaufende Räder würde es gar nicht geben. Da das voranlaufende von hinten indirekt geführte Gestell in labilem Gleichgewicht ist, muß man es mit einer kleinen Schienenrichtkraft vorn anlaufen lassen. Das ist auch nötig, um das Fahrzeug aus der gestreckten Stellung in der Geraden in diese Gleichgewichtsstellung im Bogen überzuführen. Während dieses Überganges bestehen andere Kräftewirkungen statischer und dynamischer Art, die größere Richtkräfte mit sich bringen. Weiter ist dafür zu sorgen, daß bei allen vorkommenden Werten des Krümmungshalbmessers weder aus geometrischen noch aus statischen Gründen — etwa durch das Anwachsen von Rückstellkräften — weitere Räder zum Anlauf kommen, was für jeden Fall leicht nachgeprüft, gegebenenfalls durch Schwächen von Spurkränzen erreicht werden kann. Schließlich ist nachzuprüfen, ob die beim Einfahren in den Gleisbogen geweckten Kräfte auch in der Lage sind, das Fahrzeug in diese Gleichgewichtsstellung des Beharrungszustandes zu bringen. Durch ein weiteres Gelenk, also Dreiteilung des Fahrzeuges läßt sich weiter oft erreichen, daß der Krümmungswiderstand des ersten und zweiten Gestelles ihre Mindestwerte annehmen.

Wenn auch solche Achsanordnungen sich in voller Strenge oft nicht ausführen lassen wegen der verschiedenen an ihnen sonst noch auftretenden äußeren Kräfte T , H , Z , ferner weil sie in beiden Richtungen fahren müssen, und aus anderen praktischen Gründen, so sind es doch in gewisser Hinsicht Idealanordnungen, denen man sich annähern sollte, und seien deshalb in ihren wichtigsten Vertretern hier kurz betrachtet.

1. Zweiteilige Fahrzeuge,

1. a) bestehend aus zwei gelenkig miteinander verbundenen Gestellen beliebiger Achszahl ohne Rückstellvorrichtung.

Eine solche Anordnung, aus zwei vollkommen symmetrischen dreiachsigen Gestellen bestehend (Mallet-Anordnung), ist in Abb. 22, Taf. 26*) schematisch mit den zugehörigen \mathfrak{M} -Linien dargestellt. Zieht man eine gemeinsame Berührende BD (C) an beide \mathfrak{M} -Linien, so gibt deren Schnittpunkt D mit der Nulllinie die Lage des Gelenkes für alleinige Führung durch die Gelenkdrücke. Die Gelenkrichtkraft ist $= \tan \varepsilon$. Bei symmetrischer Anordnung des Fahrzeuges liegt D genau in dessen Mitte.

*) Wir machen auf die Berichtigungen zu den Abbildungen der Taf. 25 und 26 auf Seite 516 aufmerksam.

Bei dieser Art der Führung würde der Reibungsmittelpunkt des ersten Gestelles bei (M_1) liegen, also so weit vorn, daß die Spurkränze sowohl von Achse 2 als auch von Achse 3 erheblich geschwächt werden müßten, damit (M_1) erreicht werden kann und es würde Gestell 1 in labilem Gleichgewicht sein; sie ist daher nicht brauchbar. Läßt man die Spurkränze der Achse 3 ungeschwächt, so wird die Lage des Reibungsmittelpunktes des ersten Gestelles mitten zwischen der ersten und dritten Achse geometrisch erzwungen, d. h. es laufen die erste und die dritte Achse außen an mit den Schienenrichtkräften

$$P_1 = 2 \cdot \frac{FE}{d_1} = 1,48 \text{ und } P_3 = 2 \cdot \frac{GH}{d_1} = 0,865. \text{ Würde man die}$$

Spurkränze von Achse 3 hinreichend schwächen, so würde sich M_1 auf die Mitte zwischen Achse 1 und 2 einstellen und Achse 1 und 2 würden mit noch erheblich kleineren Richtkräften an die Außenschiene anlaufen. Außenanlauf von Achse 1 beim Einlauf in den Bogen bringt das Fahrzeug in beide Stellungen. Bei diesem Einlauf kann P_1 erheblich größer werden und zwar bei sehr geringem Achslagerspiel und scharfem Übergangsbogen bis auf etwa 4 wachsen. Der Einlauf in den Bogen soll in einer besonderen Arbeit genauer behandelt werden.

Bei Anlauf von Achse 1 und 3, Lage von M_1 mitten zwischen beiden hat der Krümmungswiderstand des ersten Gestells seinen Mindestwert $2 \frac{m \cdot M_1 C}{R}$, der des zweiten den Wert

$$2 \frac{M_2 B \cdot m}{R}, \text{ der etwas größer als der Mindestwert ist. Die An-}$$

ordnung einer Rückstellvorrichtung würde weitere bzw. größere Schienenrichtkräfte wachrufen. Zur Erzeugung eines kleinen P_1 ist sie hier nicht erforderlich. Mit Rücksicht auf Ruhe des Ganges in der Geraden dürfte sich die Anordnung einer Dämpfvorrichtung empfehlen.

1. b) Mehrachsiges Hauptgestell und mehrachsiges vorderes um einen Zapfen schwenkbares Drehgestell.

(Siehe schematische Abb. 23, Taf. 26.)

Die gemeinsame Berührende beider \mathfrak{M} -Linien $BD(C)$ ergibt in D die Lage des Gelenkes und in (M_d) die weit vorgeschobene Lage des Reibungsmittelpunktes des Drehgestelles für $P=0$. Die Lage von M_d würde eine erhebliche Schwächung der Spurkränze der zweiten Drehgestellachse verlangen. Ohne solche Schwächung wird ohne Änderung der Lage des Gelenkes M_d zwangsweise auf die Mitte zwischen den beiden Drehgestellachsen zurückverlegt, läuft also die Achse 1 mit der

$$\text{Richtkraft } P_1 = 2 \frac{FE}{d_d} = 1,6 \text{ — (statt } 2 \frac{F'E'}{d_d} = 3,15 \text{ bei der}$$

üblichen Lage des Gelenkes bei D' mitten zwischen den beiden

$$\text{Drehgestellachsen) — und die Achse 2 mit } P_2 = 2 \frac{GH}{d_d} = 0,35$$

außen an. Beim Einfahren in den Bogen kann P_1 auf 2,2 wachsen. Das \mathfrak{M} des Krümmungswiderstandes verringert sich bei der Verlegung von D' nach D am Drehgestell von $2m M_d' C'$ auf den Mindestwert $2m M_d C$, vergrößert sich am Hauptgestell ein wenig von $2m M' B'$ auf $2m M B$, \mathfrak{M} wird etwas kleiner. Der Anlaufwinkel α_1 verkleinert sich erheblich. Senkt man den Schnittpunkt E der Berührenden BEH mit der Richtung von P_2 nach F zu, so sinkt P_1 und steigt P_2 , und es nähern sich beide einem gleichen Mittelwert; für die Berührende $B''D''E''$ z. B.

$$\text{erhält man } P_1 = \frac{FE''}{d_D} \cdot 2 = 1,1, \text{ (das beim Einfahren auf}$$

$$2,2 \text{ steigen kann) und } P_2 = \frac{GH''}{d_D} \cdot 2 = 0,9; \text{ legt man die}$$

Berührende durch C , so erhält man $P_1 = P_2 = 1,0$. Dabei verschiebt sich D noch weiter zum Hauptgestell hin, nach D'' bzw. darüber hinaus und nehmen \mathfrak{M}_H und x ein wenig zu.

Auch durch Außenanlauf der Achse 3 kann man P_1 ermäßigen. Der Linienzug $B''' J D''' E''' C H'''$ ergibt z. B. bei einem $P_3 = 1,3$ $P_1 = P_2 = 0,75$. bei einer Verlegung von D nach D''' ; zweckmäßiger dürfte etwas kleineres P_3 und größeres P_1 und P_2 sein, was in Abb. 23 einer etwas schwächeren Durchknickung des Linienzuges bei J, deren Maß man natürlich in der Hand hat, und einer Lage des Gelenkes zwischen D'' und D''' entspricht. Diese Maßnahme verlangt aber seitliche Verschiebbarkeit des Gelenkzapfens D gegen die einigermäßen konstante Mittelstellkraft P_D , die in diesem Falle $= 2 \cdot \frac{M_d C}{M_d D''} = 1,55$ sein muß; denn bei unverschieblicher Lagerung würde der Außenanlauf der Achse 3 ein sehr ungünstiges x_d erzwingen, würde M_d weit vor Achse 1 verlegen. Mit diesem Anlauf von Achse 3 steigt M_H etwas. Mit Rücksicht auf den Krümmungswiderstand dürfte sich daher Freilauf des Hauptgestells, mit Rücksicht auf möglichst kleine Schienenrichtkräfte und Ruhe des Ganges vielleicht leichter Außenanlauf der dritten Achse empfehlen. Außenanlauf der dritten Achse ohne entsprechende Zurückverlegung von D würde P_1 erhöhen. Bei Vermeidung des Außenanlaufs dürfte sich eine Vorrichtung zum Dämpfen des Drehgestell-ausschlags empfehlen.

Der Außenanlauf von Achse 1 beim Einlauf in den Bogen ist imstande, das Fahrzeug in diese verschiedenen Lagen zu bringen, und diese sind geometrisch möglich.

1. c) Mehrachsiges Hauptgestell mit vorderer Schwenkachse.

In Abb. 24, Taf. 26 ist ein drei- und ein vierachsiges Hauptgestell mit vorderer Schwenkachse unter I und II schematisch dargestellt und zeichnerisch behandelt. Eine Rückstellvorrichtung soll zunächst nicht vorhanden sein. Bei II ist gar keine gemeinsame Berührende beider \mathcal{M} -Linien möglich, d. h. bei großer Achszahl des Hauptgestells muß die Schwenkachse sehr weit nach vorne hinausgeschoben werden, damit $P_1 = 0$ erreicht wird, was praktisch belanglos ist. Für I ist die gemeinsame Berührende und Momentenlinie von P_d (B_I) (D_I) (C): sie schneidet die Nulllinie in (D_I) und die Richtung von P_1 in (E): das zugehörige M_d liegt vor der Schwenkachse, x_d ist positiv. Damit nun Achse 1 außen mit einem recht kleinen P_1 anläuft, muß die Momentenlinie von P_d die Richtung von P_1 etwas tiefer schneiden. Achse 2 soll nicht anlaufen, es schwenkt also beim Einlauf in den Bogen Achse 1 soweit aus, bis der dabei anwachsende Zapfendruck P_d allein das Hauptgestell führt. Wie oben ausgeführt, sind bei einem P_d zwei gleich große Werte von x_d verschiedenen Vorzeichens möglich. Nun ändert sich bei diesem Einschwenken x_d von $-\infty$ für das anfängliche $P_d = 0$ auf denjenigen Wert von $-x_d$, der dem erforderlichen P_d zugehört, während $+x_d$ für das kleine P_1 verlangt wird. Dieses wird also nicht erreicht. Es kann nur irgend ein negativer Wert von x_d erreicht werden. Da nun $-x_d = 0$ das bei negativem x_d kleinstmögliche P_1 ergibt, wird man jenen Schnittpunkt so legen, daß $-x_d = 0$ wird, d. h. nach C in

Abb. 24, Taf. 26, und erhält dafür $P_1 = 2 \cdot \frac{A_1 C}{A_1 D_I}$ für Fahrzeug I bzw.

$P_1 = 2 \cdot \frac{A_1 C}{A_1 D_{II}}$ für Fahrzeug II bei Lage der Gelenke in D_I bzw.

in D_{II} , also in den vorliegenden Beispielen $P_1 = 1,41$ bzw. $P_1 = 2,3$. Beim Einlauf in den Bogen kann P_1 auf 2,1 bzw. 2,8 steigen. Bei schwerem Hauptgestell wird mithin P_1 doch ziemlich groß. Es läßt sich verringern erstens durch Hinausschieben der Schwenkachse, zweitens durch Außenanlauf der Achse 2 und Anbringung einer Rückstellkraft P_r der Schwenkachse. Durch den Außenanlauf der Achse 2 bringt man x_d nach Gleichung 17a) in feste geometrische Abhängigkeit von x , kann also $+x_d$ erzwingen, und in der Rückstellkraft erhält man ein Mittel, das Gelenk D ohne Änderung von P_d soweit nach

hinten zu verlegen, daß ein günstiges Verhältnis zwischen x und x_d erreicht wird. Man kann dann $+x_d$ so festlegen, daß ihm ein negatives P zugehört und P_1 als Differenz von P_r und P einen beliebig kleinen positiven Wert annimmt. Die zugehörige Konstruktion ist in Abb. 24a, Taf. 26 angedeutet. Die Lage des Gelenkes D ist angenommen, dadurch das Verhältnis von x zu x_d nach Gleichung 17a) festgelegt. Von A_1 ist probeweise die Momentenlinie von P_r als $A_1 F$ gezogen; daran ist in F , das senkrecht über dem Gelenk D liegt, das Moment von P_d angetragen; beider Summe ergibt die Linie HFE; E muß so liegen, daß die durch diesen Punkt gezogene Berührende der \mathcal{M}_1 -Linie die Linie DF zwischen D und F trifft, etwa in G. denn $2 \cdot \frac{DG}{d_d}$ stellt das negative P dar, das zusammen mit dem

positiven $P_r = 2 \cdot \frac{DF}{d_d}$ das $P_1 = 2 \cdot \frac{GF}{d_d}$ ergibt; x_d ist geschätzt.

Von Punkt H ist die Berührende an die \mathcal{M} -Linie zu ziehen, die x festlegt. Bei richtiger Wahl muß x in dem durch Gleichung 17a) gegebenen Verhältnis zu x_d stehen. In Abb. 24a ist P_1 sehr klein. Man kann es beliebig klein halten und P_2 und P_1 beliebig gegeneinander abstimmen, erreicht eine Verkleinerung von P_1 bei entsprechender Vergrößerung von P_2 durch Tieferlegung von H oder Höherlegung von E, eine Verkleinerung beider durch Höherlegung beider Punkte, d. h. Annäherung des Linienzuges BHEC' an die gemeinsame Berührende beider \mathcal{M} -Linien, sofern diese möglich ist, also nur für Fahrzeug I. Beim Einlauf in den Bogen wird P_1 etwas größer. P_r muß bei dieser Anordnung ziemlich unveränderlich mit dem Ausschlag sein.

Der Krümmungswiderstand der Schwenkachse nimmt seinen Mindestwert bei Lage der Gelenke in D_I bzw. in D_{II} an, also bei Freilauf von Achse 2 und ohne Rückstellvorrichtung: der Krümmungswiderstand des Hauptgestells ist in jedem Falle etwas größer als sein Mindestwert, bei Anlauf von Achse 2 etwas größer als bei deren Freilauf. Die Anlaufwinkel sind am kleinsten — nämlich der einzige, der auftritt, $\alpha_1 = 0$ — bei Freilauf der Achse 2. Wenn eine Rückstellvorrichtung nicht angewendet wird, dürfte sich auch hier eine Dämpfvorrichtung an der Schwenkachse empfehlen.

2. Dreiteilige Fahrzeuge.

Diese sollen bestehen aus einem Hauptgestell und vorderem und hinterem ein- oder mehrachsigen Drehgestell. Sie sollen ebenso gut rückwärts wie vorwärts fahren, d. h. die Kenngrößen des Bogenlaufs sollen bei Rückwärtsgang ebenso günstig wie bei Vorwärtsgang sein: das verlangt symmetrische Anordnung der Drehgestelle, vor allem bezüglich der Lage ihrer Drehzapfen zum Hauptgestell.

2. a) Hauptgestell mit vorderem und hinterem zweiachsigen Drehgestell.

(Siehe Abb. 25, Taf. 25 für eine 2-C-2-Anordnung.)

Das Hauptgestell soll im Beharrungszustand lediglich indirekt durch die an den Gelenken D_1 und D_2 auftretenden echten Zapfenrichtkräfte $+P_{d1}$ und $-P_{d2}$ geführt werden; das hintere Drehgestell soll frei laufen, das vordere mit $+P_1$ und, wenn nötig, noch mit $+P_2$ anlaufen: x_{d1} wird zu $\frac{d_{d1}}{2}$ erzwungen. Dann müssen P_{d1} und P_{d2} folgenden Bedingungen genügen: 1. Die an die Momentenlinie der einen Kraft angesetzte Momentenlinie der anderen muß die \mathcal{M} -Linie berühren: 2. die Momentenlinie von P_{d2} muß die \mathcal{M}_2 -Linie berühren: 3. die von P_{d1} muß — wenn nötig, mit einem Knick im Schnittpunkt mit der Richtung von P_2 — die Richtung von P_1 im gleichen Punkt schneiden, wie die Berührende an die \mathcal{M}_1 -Linie für $x_{d1} = \frac{d_{d1}}{2}$; 4. die Gelenke müssen symmetrisch liegen. Diesen

Bedingungen genügt folgende zeichnerische Konstruktion: Man errichtet in der Mitte O zwischen den beiden Fahrzeugachsen 1 und 7 die Senkrechte OJ gleich dem halben Abstand der zur Nulllinie parallelen \mathfrak{M} -Berührenden LK von der Nulllinie und zieht durch J die beiden Berührenden C_2D_2JL und $(C_1)ED_1JK$ an die \mathfrak{M}_2 - und \mathfrak{M}_1 -Linie, legt weiter die Berührende FC_1G an die \mathfrak{M}_1 -Linie und zieht schließlich die Verbindungslinie EG, so liefern die Schnittpunkte D_2 und D_1 die gewünschte Lage der Gelenke mit $P_1 = 2 \cdot \frac{FE}{d_{d1}}$, hier $P_1 = 1.3$

und $P_2 = 2 \cdot \frac{GH}{d_{d1}} = 0.3$. Die Richtigkeit der Konstruktion er-

gibt sich daraus, daß $\frac{D_1L}{D_1D_2} = P_{d_2} \cdot \frac{1}{2}$ und $\frac{D_2K}{D_1D_2} = P_{d_1} \cdot \frac{1}{2}$ und D_1 und D_2 symmetrisch liegen. Befinden sich die Achsen des Hauptgestells mitten zwischen D_1 und D_2 , was nicht notwendig ist, so fällt O mit M zusammen. Die beim Einlaufen in den Bogen wachgerufenen Richtkräfte sind in der Lage, das Fahrzeug in diese Stellung zu bringen; bei diesem Einlaufen kann P_1 auf 2.2 und P_2 auf 1.75 steigen. Die erwähnte Stellung ist geometrisch möglich ohne Schwächung von Spurkränzen; nur bei stark einseitiger, nach vorn verschobener Lage der Achsen des Hauptgestells, also Verkleinerung von x, können die geometrischen Verhältnisse zum Außenanlauf von Achse 6 führen.

Der Krümmungswiderstand nimmt am ersten Drehgestell und am Hauptgestell nach Abb. 25, Taf. 25 seinen Mindestwert an, auch in dieser Hinsicht ist also der Idealzustand erreicht.

Auch hier kann man durch Anlaufenlassen der ersten Achse des Hauptgestells P_1 noch verkleinern, wie bei 1. b), muß dann aber auch hier die Drehzapfen seitlich gegen eine einigermaßen konstante Mittelstellkraft P_d verschieblich machen. Die Konstruktion für $P_1 = P_2 = 0.9$ und $P_3 = 0.84$ im Beharrungszustande ergibt sich in Abb. 25 in folgender Weise: Man trägt $FE' = \frac{0.9}{2} \cdot d_{d1}$ ab, zieht durch C_1 und E' eine Gerade; diese

legt in D_1' das vordere Gelenk fest; man zieht durch das entsprechend angeordnete D_2' die Berührende $C_2'D_2'L'$ an die \mathfrak{M}_2 -Linie mit L' senkrecht über D_1' , verbindet L' mit dem senkrecht über D_2' gelegenen Punkt K' der Linie C_1D_1' und zieht von dem in Richtung von P_3 gelegenen Punkt N dieser Linie die Berührende NB' an die \mathfrak{M} -Linie, die die Größe von P_3 festlegt. M verschiebt sich dabei ein wenig nach hinten nach M' , M_{d_2} fast unmerklich nach vorne; es ist nachzuprüfen, ob dabei Achse 5 und 7 noch freilaufen; im allgemeinen wird dies der Fall sein. $\Sigma \mathfrak{M}$ des Krümmungswiderstandes wächst hierbei ein wenig. Beim Übergang aus der Geraden in den Bogen werden auch hier P_1 und P_3 etwas größer; sie können steigen auf $P_1 = 2.4$ und $P_3 = 1.55$.

2. b) Hauptgestell mit vorderer und hinterer Schwenkachse.

(Siehe Abb. 26, Taf. 25 für eine 1-D-1-Anordnung.)

Auch hier ist zwar an sich eine Führung des Fahrzeugs im Beharrungszustand lediglich durch P_1 , des Hauptgestells

lediglich durch $+P_{d_1}$ und $-P_{d_2}$ (ohne P_r) möglich; aber das Fahrzeug wird durch die beim Einlauf in den Bogen wachgerufenen Kräfte nicht mit Sicherheit in diese Stellung gebracht, wenigstens nicht bei einigermaßen kleinem P_1 , wie eine Betrachtung des Einlaufs zeigt. Dabei ist P_{d_2} zunächst noch nicht vorhanden, es läuft also Achse 2, die erste des Hauptgestells, außen an, weil das Hauptgestell allein durch P_{d_1} nicht geführt werden kann. Dieser Außenanlauf von Achse 2 erzwingt bei dem kleinen d_{d_1} nach Gleichung 17a) ein sehr großes positives x_d mit sehr großem negativem P_1 , also Innenanlauf der ersten Achse, ferner mit sehr kleinem P_{d_1} , also sehr hohem P_2 und bringt daher das Fahrzeug zunächst in eine sehr ungünstige Stellung. Es aus dieser in die gewünschte mit $x_d \sim 0$, $P_{d_1} \sim P_{d_{1max}}$ und kleinerem positivem P_1 mit Außenanlauf der ersten Achse zu bringen, fehlt die Kraft; denn das allmählich anwachsende $-P_{d_2}$ ist dazu nicht imstande, weil infolge Fortbestehens des Anlaufs von Achse 2 sich P_{d_1} nicht genügend vergrößert.

Dieser Fall ist daher hier nicht betrachtet, sondern nur der mit konstanter Rückstellkraft P_r und zugehöriger größerer Deichsellänge, wie bei 1. c), also Führung des ganzen Fahrzeugs durch P_1 und P_2 . Die Rückstellkraft darf hier aber nur an der vorderen Schwenkachse angebracht, muß also ausschaltbar sein, da sie an der hinteren als unechte Richtkraft sehr ungünstig auf das Hauptgestell einwirken würde. Die entsprechende Konstruktion ist in Abb. 26, Taf. 25 dargestellt.

x, x_d , d und d_d sind nach Gleichung 17a) abhängig voneinander. Wir wählen $d_d = 2.0$, $d = 1.0$ und $x_{d1} = +0.85$; dann muß sich das zugehörige $x = 4.10$ aus der Konstruktion ergeben. Zu $x_{d1} = +0.85$ gehört $P = 2 \cdot \frac{D_1G}{d_d} = -0.75$ und $P_{d_1} = 2 \cdot \frac{A_1E}{d_d}$. Wir ziehen nun probeweise die Gerade EFK, die die Momentenlinie von $P_r + P_{d_1}$ darstellt, tragen daran die Momentenlinie von P_{d_2} , dessen Größe durch die Richtung der Berührenden C_2D_2L gegen die Nulllinie gegeben ist, als KL an und legen vom Schnittpunkt N dieser Linie mit der Richtung von P_2 die Berührende NB an die \mathfrak{M} -Linie; dann muß diese bei richtiger Wahl $x = 4.10$ ergeben, was hier tatsächlich der Fall ist. P_r ist $= 2 \cdot \frac{FD_1}{d_d} = 1.55$, also $P_1 = P_r - P = 2 \cdot \frac{GF}{d_d} = 0.8$ und $P_2 = 0.67$.

Auch hier läßt sich beliebig kleines P_1 und P_2 und beliebige Abstimmung gegeneinander erreichen durch Streckung und Hebung des Linienzuges KFE C_1 , unter entsprechender Änderung der Gelenklagen, also von P_r .

Der Mindestwert des Krümmungswiderstandes ist hier nicht zu erreichen; die Abweichung von ihm ist aber nicht groß. Diese Stellung des Fahrzeugs ist geometrisch möglich; sie wird durch die beim Einlauf in den Bogen geweckten Kräfte bewirkt; dabei ist zunächst P_1 ziemlich groß, um allmählich auf den niedrigen Wert des Beharrungszustandes zu sinken, während P_2 von vornherein nicht groß ist, weil es durch das ziemlich große P_r entlastet wird. Auf die Möglichkeit dieser Anordnung hat schon Jahn hingewiesen.

Zeitaufnahmen an der Bekohlungsanlage in Dillenburg.

Von Borghaus, Direktor bei der Reichsbahn in Frankfurt a. M.

Hierzu Tafel 30.

Im Anschluß an den Aufsatz im Heft 6 des Organs 1927, S. 89 bis 93 sollen die Ergebnisse der Zeitaufnahmen mitgeteilt werden, die zur Gewinnung eines genauen Urteils über den Betrieb gemacht worden sind.

Wie aus Abb. 2 und 3 des vorgenannten Aufsatzes ersichtlich, sind ein regelspuriger Greifer-Drehkran, der auf einer Pfeilerbahn im Kohlenbansen läuft und die Kohlen aus den Kohlenwagen in den Bunker oder Bansen und die Schlacken aus den Sümpfen in die Schlackenwagen fördert, zwei Lokgleise, ein Großraumbunker von 40 t Inhalt mit

Schüttrinnen nach beiden Gleisen und vier Ausschlackstellen über zwei Schlackensümpfen vorhanden. Die Ergebnisse der Zeitaufnahmen sind auf Taf. 30 zeichnerisch dargestellt. Die in Früh-, Spät- und Nachtdienst arbeitenden Ausschlackler (je zwei) sind mit A_1 und A_2 , die nur in Früh- und Spätschicht arbeitenden Kohlenlader (je einer) mit K bezeichnet. Von 13.15 bis 14.30 Uhr ist eine Überschneidung der Schichten der Kohlenlader eingerichtet, um mit dem zweiten Mann zur Räumung der vom Greifer nicht erfaßbaren Reste und zur Vorbereitung neuer Sendungen die Kohlenwagen zu

besetzen. Im übrigen besorgt immer nur ein Mann das Kohlenladen, Ausgeben und Verwiegen und außerdem in geeigneten Betriebspausen zusammen mit einem Ausschlackler das Entleeren der Schlackenstümpfe. Nachts gibt ein Ausschlackler die Kohlen aus. Er geht der Lok. bis zum Bunker entgegen und fährt mit ihr zurück zur Ausschlackstelle.

Beim Ausschlacken nimmt immer ein Mann eine Lok. vor. Er wirft die Lösche aus, zieht die Schlacke und gibt Wasser. Diese Arbeitsvorgänge reihen sich unmittelbar aneinander an, da Hemmungen, die bei älteren Anlagen durch das Ablöschen der Schlacken, Räumen der Arbeitsgruben und den für das Personal sehr hinderlichen Staub und Qualm entstanden, fortfallen. Es entsteht von der in etwa 5 Min. von statten gehenden Bekohlung ab bis zur Fahrt zum Schuppen eine glatte Abfertigung der Lok. in 25 bis 30 Min. Bei geregelter Anfahrt kommt eine Art Fließarbeit zustande und damit eine den Betrieb fördernde Beschleunigung, die durch schnelles Herausholen der Lösche (Absaugen oder dergl.), geschickte Bedienung des Kipprostes, Lösen der Schlacke am Ende der Fahrt nach Herrichten des Reservefeuers noch vergrößert werden kann.

Die glatte und saubere Behandlung wirkt sich aus in Schonung der Lok., Verkürzung des Abschlußdienstes des Lok.personals und Erleichterung der Lok.untersuchung.

Die bei den Zeitaufnahmen erzielten Leistungen sind in der folgenden Übersicht angegeben:

Tag	Der Schicht	Der Zeitaufnahmen		Anzahl		Behandelte Lok.		Kohlen und Briketts auf Lok. verausgabt in t	Kohlen und Briketts aus Wagen in Bansen geladen in t	Schlacke aus dem Stumpf in Wagen geladen in t
		Ausschlackler	Kohlenlager	Durch Ausschlackler *)	Durch Kohlenlager					
16./1.	Spät	2	1	28	26	52,9	20	—	—	
17./1.	Früh	2	1	26	24	51,1	—	10	—	
17./18./1.	Nacht	2	—	24	—	33,9	—	—	—	
				(18)						

Es wurden behandelt:

Am 16. 1. in der Spätschicht: 1 G₈, 1 P₈, 3 G₁₀, 19 G₁₂, 4 T₁₆.
Am 17. 1. in der Frühschicht: 1 P₈, 2 G₈, 1 G₁₀, 13 G₁₂, 8 T₁₁, 1 T₁₄.
Am 17./18. 1. in der Nachtschicht: 1 P₈, 3 G₈, 4 G₁₀, 15 G₁₂, 1 T₁₆.

Man erkennt aus der Abbildung, wie die Leistungen verteilt und an den aufgetragenen Zeiten, daß die Schichten fast vollständig damit ausgefüllt sind, also nahezu Spitzenleistungen vorliegen. Es waren aber jeweils nur zwei Ausschlackstellen besetzt. Die Anlage war also nur zur Hälfte ausgenutzt. Sie konnte bei rascherer Lokomotivfolge mit dem doppelten Personal das Doppelte leisten. Für die doppelte Leistung (z. B. bei starkem Verkehr auf der Ruhrsiegstrecke infolge Versagens der Rheinstrecken und bei Leerwagenbewegungen aus Süddeutschland) sind daher nicht, wie auf S. 90 links unten des obigen Aufsatzes angegeben, drei Stümpfe, sondern nur zwei nötig, was auch durch die Erfahrungen mit der vor kurzem eröffneten Frankfurter Anlage bestätigt wird.

Bei Belastungsschwankungen kann man entsprechend dem Lok.anfall zeitweise Personal ab- und zugeben.

Auch der Kran und die Bekohlungsstellen waren nicht voll ausgenutzt. Besetzt man den Kran und den Bunker mit je einem Mann, so kann man die Leistung des Krans so weit steigern, wie es die Zeit für das Kranspiel, und die Leistung der Bekohlungsstellen, wie es die Zeit für die Ausgabe und

das Verwiegen der Kohlen zuläßt. Bei Belastungsschwankungen kann man also auch hier Personal ab- und zugeben.

Zur Zeit des englischen Kohlenstreiks hat der gleiche Kran der Bekohlungsanlage in Hamm i. W. Güterbahnhof 400 t in 24 Std. geleistet.

Damit ist für die Grenzleistung sowohl der Bekohlungs- als auch der Ausschlackanlage ein wertvoller Maßstab gewonnen und die Bemerkung am Schluß des früheren Aufsatzes bestätigt, daß man nur zu verwickelten und kostspieligen Anlagen übergehen sollte, wenn die örtlichen Verhältnisse dazu zwingen. Erwähnenswert ist noch, daß die Zahl der in den Lokomotivschuppen einfahrenden Lokomotiven insgesamt 118, die der ausfahrenden 105 betrug.

Als abänderungsbedürftig sind von neuem hervorgetreten die Größe und Form der Steinkohlenbriketts. In der Vorkriegszeit verwandte man die Briketts dazu, stückarme Kohlen anzureichern. An Güte übertrafen sie den Durchschnitt der sogenannten bestmelierten Förderkohle. Um für Spitzenleistungen Dampf aufzumachen und noch Dampf zu halten, wenn am Schluß der Fahrt das Feuer stark verschlackt war, führte man immer einen Bestand auf dem Tender mit. Beim Anheizen wurden sie statt der großen Kohlenstücke genommen, um ein gutes Grundfeuer aufzubauen. Da die zugeführte Menge im Verhältnis zur Gesamtmenge gering war, wurden sie gern auf Lager gelegt und konnten auch wegen ihrer regelmäßigen Form, ohne einer Bansenfassung zu bedürfen, leicht aufgestapelt und mengenmäßig genau nachgewiesen werden. Sie hatten verschiedene Größen und Gewichte 3, 5 und 7 kg. Am häufigsten waren die 3 kg Briketts. Das Ausladen, Aufstapeln und Ausgeben geschah von Hand.

Die Sachlage hat sich geändert. Heute wird ein Viertel und mehr des Gesamtkohlenverbrauchs als Briketts geliefert. Die Stapelung läßt sich der Zeit und Kosten wegen nicht mehr durchführen. Die getrennte Lagerung und der getrennte, buchmäßige Nachweis müssen aufgegeben werden.

Die regelmäßige Aufeinanderichtung in den O-Wagen erschwert und verteuert das Ausladen mit dem Greifer, weil immer erst vier Querreihen aufgerissen werden müssen, damit der Greifer in die Ladung eindringen kann. Am schwersten ist das Herausreißen der Reihen an den Kopfwänden. Bei Hochbunkern begünstigt die Ziegelform das Verstopfen der Auslauföffnung durch Gewölbebildung. Zum Nachteil der Brennstoffwirtschaft wird ein großer Teil der Briketts verfeuert, ohne vorher vom Heizer zerschlagen zu werden.

Der Betrieb verlangt daher kleinere Stücke von geringerem Gewicht 1 bis 1,5 kg, die in loser Schüttung angeliefert, vom Greifer wie Kohlen leicht aufgenommen und mit ihr weiter verarbeitet werden können. Aus einem zweiteiligen Bunker kann man dann beste Kohle für Schnell- und sonstige wichtige Züge und geringere für die andern ausgeben. Die Verarbeitung mit der Kohle und die gemeinsame Ausgabe unter genauer Verwiegung sichert den buchmäßigen Nachweis und die gerechte Prämienberechnung für das Lokomotivpersonal.

Die BrikettHersteller wenden ein, daß das ungeschichtete Verladen nicht angängig sei, weil die Briketts unmittelbar aus der Presse heraus in die Wagen kämen. Sie wären dann noch heiß, hätten noch nicht abgeunden und würden stark zerbröckeln. Der Verlust durch Grußbildung und die geringe Lagerbeständigkeit wöge die Ersparnis an Zeit und Geld beim Entladen durch den Greifer wieder auf. Die Umänderung der Brikettpressen für kleinere Formen wäre zu teuer.

Daß der Hinderungsgrund für den Übergang zu kleineren Briketts hauptsächlich in dem Abkühlungsverfahren liegt, muß bezweifelt werden, da seit längerer Zeit ein Teil der

*) Die durch Ausschlackler bekohlten Lok. sind eingeklammert.

Briketts als Eiforbriketts geliefert und mit anderer Kohle verarbeitet wird. Sie sind aber für die Mischung mit anderer Kohle noch zu leicht.

Die Umänderung der Brikettpressen kann nach und nach geschehen. Beim Instandsetzen abgenutzter Pressen können neue Stempel, auf die es doch lediglich ankommt, eingebaut werden. Da Dauerstapel nicht mehr gesetzt und die Briketts

mit den andern Kohlen vermischt verarbeitet werden, ist man auf bestimmte Formen nicht mehr angewiesen und kann während der Übergangszeit die Anlieferung ungleichartiger Formen leicht ertragen.

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung für Betrieb und Wirtschaft verdient die Form und Größe der Briketts besondere Beachtung.

Beitrag zur Unterhaltung der Dampflokomotiven und Güterwagen in den Ausbesserungsstellen der Reichsbahnbetriebswerke.

Von Reichsbahnberrät H. Gellhorn, Mitglied der Reichsbahndirektion Altona.

A. Die Lokomotivausbesserung in den Bahnbetriebswerken.

Die betriebstüchtige Unterhaltung der Dampflokomotiven ist mit eine der wichtigsten Aufgaben der Reichsbahnbetriebswerke. Hängt doch davon nicht nur die sichere und pünktliche Durchführung der Züge, sondern auch die Höhe der kilometrischen Leistungen ab, die eine Lokomotive zwischen zwei in den Reichsbahnausbesserungswerken vorzunehmenden Untersuchungen oder Hauptausbesserungen erzielen kann. Auch ist nicht außer Acht zu lassen, daß die pfleglich behandelte Lokomotive sparsamer im Kohlen- und Ölverbrauch ist. Es darf jedoch die Steigerung der kilometrischen Leistungen nicht soweit getrieben werden, daß die Grenze des wirtschaftlichen Stoffverbrauchs überschritten wird.

Um diese Aufgaben erfüllen zu können, müssen die Ausbesserungsstellen der Reichsbahnbetriebswerke so organisiert sein, daß eine aus den Reichsbahnausbesserungswerken kommende Lokomotive, die dort nach den Grundsätzen genauester Arbeitsverfahren wiederhergestellt wird, möglichst lange in diesem guten Zustand erhalten bleibt, d. h. es müssen die Arbeitsmethoden, wie sie jetzt nach der Umstellung in den Reichsbahnausbesserungswerken durchgeführt sind, auch auf die Bahnbetriebswerke soweit wie möglich übertragen werden; die in den Bahnbetriebswerken benötigten Einrichtungen, Werkzeugmaschinen, Werkzeuge und Geräte müssen von gleicher Güte und Beschaffenheit sein, wie dies in den Reichsbahnausbesserungswerken der Fall ist. Die allgemeine Durchführung des Zeitgedinges mit allen seinen bisher erkannten wirtschaftlichen Vorteilen ist eine zwingende Notwendigkeit geworden. Wenn auch die weitmöglichste Durchführung des Austauschbaues in den Reichsbahnbetriebswerken angestrebt werden muß, wodurch die reine Fertigungsarbeit mehr in den Hintergrund tritt, so darf doch auf Qualitätsarbeit auch in den Bahnbetriebswerken nicht verzichtet werden.

Was die pflegliche Behandlung der Dampflokomotiven in den Bahnbetriebswerken anbetrifft, so gliedert sich diese in vier Gruppen von Arbeiten:

- a) Die gründliche Reinhaltung der Lokomotive: Entfernen der Schlacke und Asche aus der Feuerkiste, Aschkasten und Rauchkammer, Reinigung der Zug- und Rauchrohre von Ruß und Asche, Putzungen der Lokomotive und Tender sowie Auswaschen des Lokomotivkessels.
- b) Beseitigung kleiner Lokomotivschäden, die während des Betriebes entstehen.
- c) Arbeiten, die beim Auswaschen des Lokomotivkessels regelmäßig vorgenommen werden.
- d) Regelmäßig wiederkehrende Untersuchungen einzelner Lokomotivteile wie Schieber, Kolben und Bremse.

Während die unter a aufgeführten Arbeiten in der Regel von Betriebsarbeitern (ungelernte Arbeiter) ausgeführt, müssen die Arbeiten unter b—d von handwerksmäßig vorgebildeten oder angelernten Arbeitern ausgeführt werden.

Im folgenden soll näher auf die von der Ausbesserungsstelle unter b bis d auszuführenden Arbeiten eingegangen werden.

Vom Lokomotivpersonal sind in der Regel folgende Arbeiten selbst auszuführen: Nachziehen der Stelleile, Anziehen loser Muttern und Schrauben, Nachziehen und Verpacken der Stopfbuchsen, Behandlung der Schmiergefäße, der Wasserstandsanzeigevorrichtungen, Hähne, Dichtungen und Pumpen. Die unter Druck stehenden Dichtungen sind nur bei geringem Dampfdruck und mit Vorsicht nachzuziehen. Mängel, die das Lokomotivpersonal nicht selbst beseitigt, sind schriftlich zu melden unter möglichst genauer Angabe des Sitzes und der Ursache des Mangels und Benennung der auszuführenden Arbeiten.

Während nun die unter c und d auszuführenden regelmäßig wiederkehrenden Arbeiten schon zu Anfang eines jeden Monats von der Ausbesserungsstelle für alle Betriebslokomotiven in dem Lokomotivverwendungsnachweis auf den Tag festgelegt werden, werden die täglich an der Lokomotive auftretenden Schäden b noch in vielen Dienststellen in ein an bestimmter Stelle des Lokomotivschuppens ausliegendes Ausbesserungsbuch vom Lokomotivführer nach Beendigung des Dienstes eingetragen.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß der Lokomotivführer diesen Zeitaufwand möglichst abzukürzen sucht und da er die Schäden meist aus dem Gedächtnis niederschreibt, können leicht Schäden vergessen werden. Daß auch die Schäden nicht immer scharf genug bezeichnet werden, ist eine Klage, die immer wiederkehrt, wenn auch bei manchen Teilen, wie z. B. Strahl-, Wasser- und Luftpumpen, die Fehler nicht von vornherein genau erkannt werden können. Von diesen Eintragungen im Ausbesserungsbuch fertigt dann der Aufsichtsbeamte Hilfsbestellzettel für die einzelnen Handwerkergruppen an, trägt die Schäden vielfach auch noch in ein von ihm persönlich geführtes Notizbuch ein, um den am Arbeitstag zu bewältigenden Arbeitsumfang übersehen und die Arbeit selbst nachprüfen zu können. Bei dieser Art der Arbeitsverteilung ist aber gerade zu Beginn der Dienstschrift von dem Aufsichtsbeamten eine Menge Schreibarbeit zu leisten, wodurch die Ausführung der Arbeit verzögert wird. Im Laufe des Tages hat der Aufsichtsbeamte dann die Auftragszettel zu schreiben, die vom Arbeiter anerkannt, zur Verrechnung der Arbeit dienen. Diese Schreibarbeiten fesseln den Aufsichtsbeamten sehr an das Büro, so daß die Beaufsichtigung und Nachprüfung der Arbeiten darunter leidet, ein Umstand, der aber bei der richtigen Durchführung des Zeitgedinges von größter Bedeutung ist.

Es sind daher im Bezirk der Reichsbahndirektion Altona in den Ausbesserungsstellen der Bahnbetriebswerke Ausbesserungszettel in Blockform erprobt worden, welche die vorgenannten Mängel des bisherigen Verfahrens beseitigen. In Abb. 1 ist ein solcher Vordruck von Ausbesserungszetteln, wie er dem Betriebe entnommen ist, wiedergegeben. Jede im Betrieb befindliche Lokomotive erhält einen Block Ausbesserungszettel, der auf der Lokomotive verbleibt. Eine genaue Anweisung für die Ausfertigung und Behandlung der Ausbesserungszettel ist jedem Block vorgeheftet. Beim Auftreten eines Schadens an der Lokomotive ist vom Lokomotivführer ein Ausbesserungszettel in zweifacher Ausfertigung im Durchschreibeverfahren auszustellen. Der Lokomotivführer füllt nur die Spalten links vom starken Strich aus. Beide Aus-

fertigungen (grün und weiß) sind vom Lokomotivführer abzutrennen und beim Aufsichtsbeamten der Ausbesserungsstelle nach Beendigung des Dienstes abzugeben. Empfohlen wird, mit Rücksicht auf die nachts zurückkehrenden Lokomo-

Verzögerung in Angriff genommen werden. Der grüne Zettel muß während der Ausführung der Arbeit so aufbewahrt werden, daß die Aufsichtsorgane der Dienststelle jederzeit den Zettel einsehen können, was den Überblick über den täglichen Ausbesserungsstand sehr erleichtert. Zweckmäßig geschieht die Aufbewahrung in der vorderen Lokomotivlaterne oder in einem besonderen Einsteckbrett mit Glasscheibe, welches vor die Lokomotivlaterne gesteckt wird. (Siehe Abb. 2.)

Lok.-Nr. 94120 Pa. ... den 11.4. 1928 Ausgeführt von Wohlers
 Ankunft: Tag 11. Std. 8
 Nächster Dienst Tag 11. Std. 20
 Lok. Nr. aufgestellt: Gleis. 11

Ausführende Arbeiten:	Gruppe	Stückzahl		Stückgrößen		Pz. Nr. der Gleisgrößennummer	Wichtigkeitsnummer	Bemerkungen
		Or. Nr.	Ud. Nr.	im einzelnen	Insgesamt			
<u>R. u. L. Zylinder,</u> <u>manhila manigan</u>		<u>2</u>	<u>328</u>	<u>2</u>	<u>1 01</u>	<u>2 02</u>	<u>49</u>	<u>9</u> <u>10,62</u>
<u>Stromschlüssel zum Lötl.</u> <u>spannen mit angeschlossen</u>		<u>2</u>	<u>44</u>	<u>1</u>	<u>0 31</u>	<u>0 31</u>	<u>50</u>	<u>9</u> <u>10,62</u>
<u>Reglerstopfbreife</u> <u>Polierung anbringen</u>		<u>2</u>	<u>325</u>	<u>1</u>	<u>0 61</u>	<u>0 61</u>	<u>59</u>	<u>9</u> <u>10,62</u>
<u>Leuchte, Stromschlüssel,</u> <u>spannen anbringen</u>		<u>2</u>	<u>83</u>	<u>2</u>	<u>0 49</u>	<u>0 98</u>		
<u>Stromschlüssel, manhila</u> <u>manigan</u>		<u>13</u>	<u>11</u>	<u>1</u>	<u>2 80</u>	<u>2 80</u>		
<u>Einbauförderung</u> <u>anbringen</u>		<u>14</u>	<u>38</u>	<u>1</u>	<u>0 80</u>	<u>0 80</u>		
<u>L. Bürststopfbreife</u> <u>anbringen</u>		<u>17</u>	<u>16</u>	<u>1</u>	<u>1 33</u>	<u>1 33</u>	<u>8</u>	<u>85</u>
<u>Wartung mit dem nachgeführten Zetteln</u>							<u>10</u>	<u>71</u>
							<u>12</u>	<u>30</u>
							<u>3186</u>	<u>3</u>

Aufgestellt: Schley, Lott. (Name des Aufstellers)
 Angerkannt: Wohlers (Name des Vorgesetzten oder des Hauptarbeiters)
 Die ordnungsmäßige Ausführung der Arbeit bezeugt: Feske, Wambner (Name des Dienstleiters)

Abb. 1. Ausbesserungszettel für Lokomotiven.

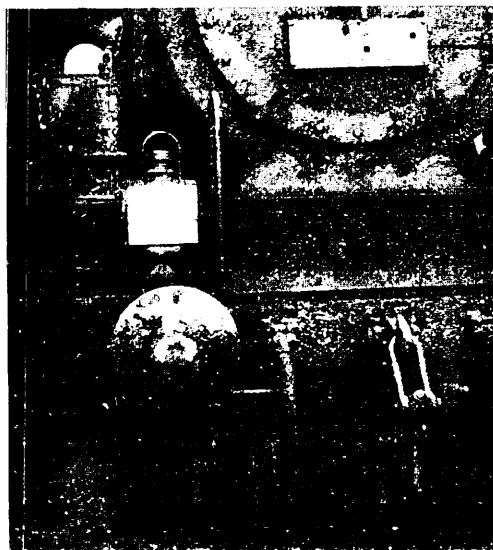


Abb. 2. Einsteckbrett für Ausbesserungszettel.

tiven, die Ausbesserungszettel in einem am Zimmer des Aufsichtsbeamten angebrachten, verschlossenen Kasten hineinwerfen zu lassen. Kurz vor Beginn der Arbeitsschicht nimmt der Aufsichtsbeamte die Zettel aus dem Kasten und verteilt die grünen Zettel an die Vor- oder Einzelarbeiter, nachdem er den Namen darauf vermerkt hat. Der Aufsichtsbeamte behält die weißen Zettel für sich zurück, und die Arbeiten können ohne

Nach Erledigung der Arbeit muß der Arbeiter die Ausführung der Arbeit im grünen Zettel an der dafür vorgesehenen Stelle (mittleres unteres Feld) durch Unterschrift bescheinigen und den Zettel an den Aufsichtsbeamten zurückgeben.

Nachdem der Aufsichtsbeamte sich von der ordnungsgemäßen Arbeitsausführung überzeugt hat, füllt er die Spalten 1 und 2 des bei ihm verbliebenen weißen Zettels aus. Von ihm nachträglich im grünen Zettel aufgeführte Mehrarbeiten hat er in den weißen Zettel zu übertragen. Die weißen Zettel, die an einem Tage für eine Verdienstgemeinschaft oder einen Einzelarbeiter erledigt worden sind, sammelt der Aufsichtsbeamte und füllt nunmehr auf dem zu oberst liegenden weißen Zettel die Spalten 5 und 6 aus. Dann hat er im grünen und weißen Zettel die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeit durch Unterschrift zu bestätigen, und damit ist die Schreibearbeit des Aufsichtsbeamten erledigt. Die so für jede Verdienstgemeinschaft zusammengehefteten weißen Zettel werden dann dem Lohnbüro zur Ausfüllung der Spalten 3 und 4 und Abrechnung zugestellt. Auf dem obersten weißen Zettel hat dann der Vor- oder Einzelarbeiter die Anerkennung zu leisten.

Der grüne Zettel, den der Arbeiter an den Aufsichtsbeamten zurückgegeben hat, wird von diesem demjenigen Lokomotivführer, der die nächste Fahrt nach der Ausbesserung mit der Lokomotive macht, zugeleitet. Nach Beendigung der ersten Fahrt nach der Ausbesserung gibt der betreffende Lokomotivführer den grünen Zettel an den Aufsichtsbeamten unterschrieben zurück, bzw. meldet die vorgefundenen Mängel über unsachgemäße Arbeitsausführung auf dem grünen Zettel. Erst nach Abstellung der vom Lokomotivführer noch vorgefundenen Mängel und Anerkennung durch den Lokomotivführer wird der grüne Zettel bei der Ausbesserungsstelle an besonderer Stelle und für jede Lokomotive weggelegt. Auf diese Mitwirkung des Lokomotivpersonals bei der Beurteilung der Güte der ausgeführten Arbeiten ist großer Wert zu legen, weil auch dadurch bei dem Lokomotivpersonal wieder das Interesse an der guten Instandhaltung geweckt wird.

In Bahnbetriebswerken, in denen für gewisse Arbeiten Sondergruppen vorhanden sind, was je nach den örtlichen Verhältnissen wirtschaftlich sein kann, ist vom Lokomotivführer für jede Sondergruppe zur Erleichterung der Abrechnung ein besonderer Ausbesserungszettel auszustellen. Die Sondergruppen sind dann durch besondere Buchstaben zu kennzeichnen und dem Lokomotivpersonal bekannt zu geben.

Die Blöcke sind mit einer festen Pappunterlage ausgestattet, so daß die Zettel auf der Lokomotive ausgefüllt werden können; zur Reinhaltung werden die Blöcke in einem festen Papp- oder Blechumschlag auf der Lokomotive aufbewahrt. Für die Personale der fremden Lokomotiven liegt ein besonderer Block Ausbesserungszettel aus.

Damit nun weiter die Aufsichtsbeamten von Schreibarbeiten entlastet werden, sind für die unter c und d auszuführenden regelmäßig wiederkehrenden Arbeiten ebenfalls Ausbesserungszettel eingeführt, worin jedoch die auszuführenden Arbeiten sowie Gruppen und laufende Nummer des Stückheftes bereits vorgedruckt sind, so daß der Aufsichtsbeamte nur die Nummer der Lokomotive, den Namen des Arbeiters und Spalte 2 (Stückzahl) auszufüllen hat, um die in Frage kommende Arbeit in Auftrag geben zu können. In Abb. 3 ist ein Ausbesserungszettel für Auswaschlokomotiven,

in Abb. 4 ein solcher für Schieberuntersuchungen und in Abb. 5 ein solcher für Kolben- und Bremsuntersuchungen wieder-

gegeben. Diese Zettel sind ebenfalls in Blöcken vereinigt; es sind vom Aufsichtsbeamten für jede Lokomotive zwei Zettel

Ausbesserungszettel Nr. _____ für Auswaschlokomotiven.

Lok.-Nr. _____ Bu _____ den _____ 192 _____ Ausführen von: _____

Ankunft: Tag _____ Sid _____

Nächster Dienst Tag _____ Sid _____

Lok. ist aufgestellt: Gleis _____

Ausführende Arbeiten:	Gruppe:	Stückzahl		Stückzahl		No. Nr. der Oren. gerät. anmer.	Werk- u. abgr. andere Anmer.	Bemerkungen
		Or. Nr.	Ab. Nr.	im einzelnen	ins-gesamt			
Wasserhandanzeiger, Kegel nachschleifen		2	305					
Wasserhandanzeiger, Kegel einleiten		2	307					
Wasserhandabblöhhahn, Kegel nachschleifen u. einleiten		2	314					
Wasserhandabblöhhahn, Kegel einleiten		2	315					
Brühhahn nachschleifen		2	204					
Brühhahn einleiten		2	205					
Kesselabblöhhahn, Kegel nachschleifen u. einleiten		2	142					
Kesselabblöhhahn, Kegel einleiten		2	146					
Abblöhhieber o. Schlammabblöhhieber ab. inst. u. an		2	254					
Abblöhhieber vom Stehblech ab. inst. u. an		2	146					
Reinigungsdeckel a. Kessel, Einleitlöcher nachschleifen		17	138					
Druckauslöcher, Ventilbauart, a. d. Lok inst.		2	83					
Zylinderauslöcher, a. d. Lok inst.		2	837					
Umschaltbahn, Kegel einleiten		21	13					
Führerbremsventil einleiten		3	82					
Zugabremsbahn, Kegel einleiten und einlegen		3	125					
Hauptsteuerkolben d. Culpumpe ab. reinigen u. an		3	189					
Hauptsteuerkolben d. Seilpumpe ab. reing. u. an		13	82					
Bremsapparate entmüllern		3	133					

Zugeliefert: _____

Name, Dienstbezeichnung _____

Die Ausführung der Arbeit befähigt: _____

Name des Bez. oder des Eingrabenstr. _____

Die ordnungsmäßige Ausführung der Arbeit befähigt: _____

Name, Dienstbezeichnung _____

Abb. 3. Ausbesserungszettel für Auswaschlokomotiven.

Ausbesserungszettel Nr. _____ für Kolben- u. Bremsuntersuchungen.

Lok.-Nr. _____ Bu _____ den _____ 192 _____ Ausführen von: _____

Ankunft: Tag _____ Sid _____

Nächster Dienst Tag _____ Sid _____

Lok. ist aufgestellt: Gleis _____

Ausführende Arbeiten:	Gruppe:	Stückzahl		Stückzahl		No. Nr. der Oren. gerät. anmer.	Werk- u. abgr. andere Anmer.	Bemerkungen
		Or. Nr.	Ab. Nr.	im einzelnen	ins-gesamt			
Dampfkolbenuntersuch., vollständig, ohne Reinigen		8	1					
Kreuzkopfsritzelplatte, oberr., unterlegen		19	50					
Zylinderentleerung, 3 Stück		2	326					
Steinhahn b. d. Kolbenuntersuchung nachstellen		8	34					
Steinhahn b. d. Kolbenuntersuchung ausrichten, Schieber einleiten		8	35					
Steinhahn, Umblöcher unterlegen, je Stück		8	36					
Bremsuntersuchung an der Lok, Treibradbrems		3	36					
Bremsuntersuchung am Tender		3	158					
Bremsuntersuchung a. d. Lok (Drehgestellbremse)		3	37					

Zugeliefert: _____

Name, Dienstbezeichnung _____

Die Ausführung der Arbeit befähigt: _____

Name des Bez. oder des Eingrabenstr. _____

Die ordnungsmäßige Ausführung der Arbeit befähigt: _____

Name, Dienstbezeichnung _____

Abb. 5. Ausbesserungszettel für Kolben- und Bremsuntersuchungen.

Ausbesserungszettel Nr. _____ für Schieberuntersuchungen.

Lok.-Nr. _____ Bu _____ den _____ 192 _____ Ausführen von: _____

Ankunft: Tag _____ Sid _____

Nächster Dienst Tag _____ Sid _____

Lok. ist aufgestellt: Gleis _____

Ausführende Arbeiten:	Gruppe:	Stückzahl		Stückzahl		No. Nr. der Oren. gerät. anmer.	Werk- u. abgr. andere Anmer.	Bemerkungen
		Or. Nr.	Ab. Nr.	im einzelnen	ins-gesamt			
Schieberuntersuchung, vollständig		16	67					
Ol durchkurbeln u. Leichtung prüfen		16	68					
Schieberkörper befestigen		16	69					
Entwässerungsschraube vom Schieberkasten ab. u. an		16	74					
Schiebertragwerk unterlegen		16	80					
Reiberei Führungsbüchse ab. inst. u. an		16	81					
Reiberei Führungsbüchse ab. inst. u. an		16	82					
Schuhhülse für Kolbenstange ab. u. an (zum Untersuchen des Treibstahls)		8	40/41					
Tragbüchse für Kolbenstange ab. inst. u. an		8	79					
Leadbüchse für Kolbenstange um 180° drehen		8	80					
Führung ab. u. an		17	63/64					
Kolbenkörper reinigen, je Schieber		16	65					

Zugeliefert: _____

Name, Dienstbezeichnung _____

Anerkannt: _____

Name des Bez. oder des Eingrabenstr. _____

Die ordnungsmäßige Ausführung der Arbeit befähigt: _____

Name, Dienstbezeichnung _____

Abb. 4. Ausbesserungszettel für Schieberuntersuchungen.

(gelb und weiß) im Durchschreibeverfahren auszufertigen. In diesen Ausbesserungszetteln sind sowohl die unbedingt notwendig auszuführenden, als auch die in der Regel auszuführenden Arbeiten vorgedruckt. Falls eine Arbeit nicht ausgeführt werden soll, wird in Spalte 2 ein Strich gemacht. Der gelbe Zettel wird dem Arbeiter ausgehändigt, während der weiße Zettel, wie zuvor beschrieben, zur Verrechnung der Arbeit dient.

Die Vorteile der Ausbesserungszettel gegenüber dem früheren Verfahren sind zusammengefaßt folgende:

1. Fortfall der meist sehr unansehnlichen Ausbesserungsbücher.
2. Fortfall der Hilfsausbesserungszettel.
3. Fortfall der Gedingeauftragszettel.
4. Fortfall der Aufschreibungen der Aufsichtsbeamten im Notizbuch.
5. Erziehung des Lokomotivpersonals zur genaueren und vollständigeren Angabe der Schäden; Ausfertigung der Ausbesserungszettel meistens während der Dienstschicht möglich.
6. Schnellere Verteilung der Ausbesserungsarbeiten an die Arbeiter, besonders wichtig bei Arbeitsbeginn.
7. Verminderung der Schreibarbeit der Aufsichtsbeamten, wodurch sie für den Aufsichtsdienst gewonnen werden.
8. Mitwirkung des Lokomotivpersonals bei Beurteilung der Güte der ausgeführten Arbeiten, wodurch spätere Berufungen des Lokomotivpersonals über mangelhafte Arbeitsausführung ausgeschaltet werden.

9. Sammlung sämtlicher zwischen zwei Hauptausbesserungen aufgetretenen Schäden jeder Lokomotive. (Wichtig für R. A. W.)
10. Erleichterte Nachprüfung der zur Verrechnung gelangten Stückzeiten, da neben der Gruppen- und laufenden Nummer des Stückheftes auch der Wortlaut der ausgeführten Arbeit steht (im Gegensatz zu den bisherigen Auftragszetteln).
11. Leichtere Nachprüfung der regelmäßig vorzunehmenden Untersuchungen.
12. Schaffung einer Unterlage zur leichten Ermittlung der Unterhaltungskosten je Lokomotive.

Im folgenden seien einige Zahlen gegeben, die erkennen lassen, wie die bessere Unterhaltung der Dampflokomotiven in den Reichsbahn-Ausbesserungswerken und die pfleglichere Behandlung in den Bahnbetriebswerken in den letzten Jahren mit dazu beigetragen haben, die erzielten Leistungen der Dampflokomotiven zwischen zwei Untersuchungen oder Hauptausbesserungen zu erhöhen.

Im Jahre 1924 sind im Bezirk der Reichsbahndirektion Altona 416 Dampflokomotiven in Hauptausbesserung gegeben worden und jede dieser Lokomotiven hat im Durchschnitt 46 221 km geleistet. Im Jahre 1927 dagegen hat jede von

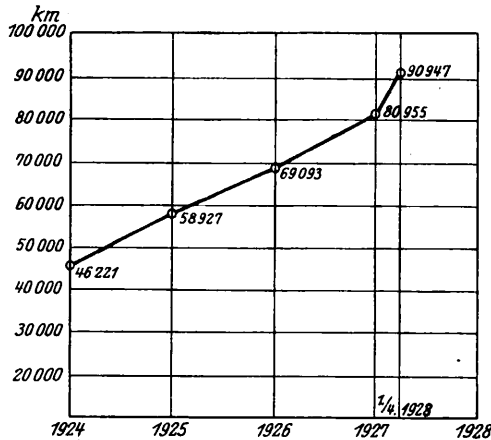


Abb. 6. Durchschnittsleistungen der im Laufe des Jahres in Untersuchung oder Hauptausbesserung gegebenen Lokomotiven im Bezirk der Reichsbahndirektion Altona.

346 in Hauptausbesserung gegebenen Lokomotiven im Durchschnitt schon 80 955 km und die in dem ersten Vierteljahr 1928 in Ausbesserung gegebenen 102 Lokomotiven haben sogar je 90 947 km geleistet, was eine Leistungssteigerung gegenüber 1924 von rund 96% bedeutet. Die Zahlen der dazwischen liegenden Jahre gehen aus der Abb. 6 hervor.

Dagegen muß festgestellt werden, daß die in den Bahnbetriebswerken entstandenen Kosten für je 1000 Lokomotiv-Einheitskilometer seit 1924 dauernd gesunken sind. Im Bezirk der Reichsbahndirektion Altona kosteten je 1000 geleistete Lokomotiv-Einheitskilometer im Jahresdurchschnitt 1924 = 774 *R.M.*, während im Vierteljahresdurchschnitt Januar bis März 1928 1000 Lokomotiv-Einheitskilometer nur 521 *R.M.* kosteten (siehe Abb. 7). Es muß jedoch erwähnt werden, daß sich die Einheitswerte der einzelnen Kostenträger im Laufe dieser Jahre verändert haben, jedoch so, daß die Ermäßigungen und Erhöhungen sich ungefähr die Wage halten.

B. Die Güterwagenausbesserung in den Reichsbahnbetriebswerken.

In vielen Reichsbahnbetriebswerken sind, je nachdem sie in der Nähe von Rangierbahnhöfen liegen, wo naturgemäß ein größerer Anfall von Schadgüterwagen vorhanden ist, auch

Ausbesserungsstellen für Güterwagen angegliedert. Es besteht in den Bahnbetriebswerken fast immer die Möglichkeit, die für die Lokomotivausbesserung benötigten mechanischen Werkstätten, Lagerräume, sowie Personal zum Teil für die Ausbesserungsarbeiten an Güterwagen wirtschaftlich mitauszunutzen.

Während nur einige größere Bahnbetriebswerke auch zur Vornahme der brems- und bahnamtlichen Untersuchung zugelassen sind, kommen die Ausbesserungsstellen sonst nur für die betriebstüchtige Wiederherstellung von Wagen in Frage.

die einen Zeitaufwand von etwa 0,4 Tagewerke je Wagen erfordern. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß alle Wagen mit leichten Schäden, sozusagen an der Anfallstelle wiederhergestellt und die Transportkosten nach entfernter gelegenen Reichsbahn-Ausbesserungswerken erspart werden. Die Wagen können schnell dem Betriebe wieder zugeführt werden, wodurch der Güterwagenumlauf erheblich verbessert wird.

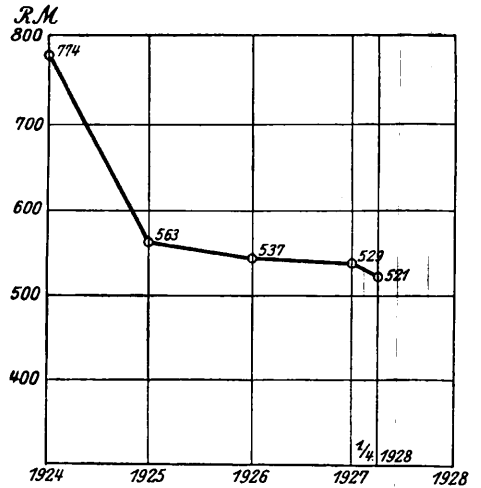


Abb. 7. Die in den Bahnbetriebswerken des Reichsbahndirektionsbezirkes Altona entstandenen Kosten in *R.M.* je 1000 Lokomotiv-Einheitskilometer.

Wag.-Nr. Gattung: Auszuführen von:
Eigentümer:

Gr. 23	139	377	551	75
Gr. 23	147	378	552	
2	173	382		
4	177	403		
8	184	414		Gr. 25
9	185	424		3
12	188	428		4
14	189	448	Gr. 24	
21	192	474	16	
23	203	495	22	
27	213	498	24	Gr. 26
28	214	499	34	1
65	235	502	35	2
74	245	504	53	41
78	267	530	63	61
79	280	542	64	
80	282	546	67	
11/90	364	550	68	
103	373			
137	376			

Aufgestellt:
Name, Datum

Abb. 8. Ausbesserungszettel für Güterwagen.

Es muß deshalb als unbedingt wirtschaftlich angesehen werden, die Kopfbahn der Arbeiter für die Ausbesserungsstellen für Güterwagen in den Bahnbetriebswerken so hoch zu bemessen, daß der jeweilige Anfall an leicht beschädigten Wagen von ihnen bewältigt werden kann.

Die Zuführung dieser Schadwagen zu den Bahnbetriebswerken geschieht auf Grund einer von den Wagenmeistern ausgefertigten Beschädigungsmeldung. Um Verschiebearbeiten möglichst zu sparen, werden die Schadwagen auf besonderen Gleisen meist im Freien mit Abstand von je ein Meter aufgestellt, damit eine eingehende Untersuchung erfolgen und ungehindert am Wagen gearbeitet werden kann. Diese Unter-

suchung der Wagen wird im allgemeinen von einem oder mehreren Aufsichtsbeamten zum Teil unter Mitwirkung eines Vorarbeiters durchgeführt. Der Aufsichtsbeamte trägt die notwendigen Ausbesserungen in ein Notizbuch ein. Damit der Vorarbeiter oder Einzelarbeiter auch weiß, welche Arbeiten neben den auf der Beschädigungsmeldung vermerkten auszuführen sind, werden die Arbeiten meist mit Kreide entweder im Wortlaut oder unter Anwendung der Gruppen- und laufenden Nummern des Stückheftes am Wagenkasten angeschrieben. Auf Grund der Aufschreibungen der Aufsichtsbeamten im Notizbuch werden später die Gedingeauftragzettel geschrieben, die zur Verrechnung der ausgeführten Arbeiten für jede Verdienstgemeinschaft führen.

Die Erfahrung hat nun gelehrt, daß Art und Umfang dieser in den Ausbesserungsstellen der Bahnbetriebswerke zu beseitigenden Schäden ziemlich begrenzt ist und daß der größte Teil der Schäden täglich wiederkehrt. Es sind deshalb im Bezirk der R. B. D. Altona Ausbesserungszettel für die Güterwagenausbesserung in den Bahnbetriebswerken eingeführt, welche diese täglich vorkommenden Arbeiten vorgedruckt enthalten. Die Ausbesserungszettel sind zu Blöcken im Din-Format $10,5 \times 14,8$ (siehe Abb. 8) vereinigt. Sie enthalten die Gruppen- und laufenden Nummern der Stückhefte für die hauptsächlich vorkommenden Schlosser-, Tischler-, Glaser- und Malerarbeiten vorgedruckt, so daß der Aufsichtsbeamte nur die Stückzahl der auszuführenden Arbeiten, die Wagennummer und den Namen des Vor- oder Einzelarbeiters einzutragen hat. Bei jeder Gruppe sind einige Reihen frei-

geblieben, damit selten vorkommende Arbeiten nachgetragen werden können.

Für jeden Schadwagen werden zwei Zettel im Durchschreibeverfahren ausgefertigt: der erste gelbe Zettel wird dem Block entnommen und in den Zettelhalter gesteckt, während der zweite weiße Zettel fest im Block verbleibt und als Unterlage zur Aufstellung der Gedingeauftragzettel dient. Es ist zweckmäßig, die Ausfertigung der Gedingeauftragzettel durch eine Schreibkraft im Lohnbüro vornehmen zu lassen, da hierdurch der Aufsichtsbeamte für den so wichtigen Aufsichtsdienst gewonnen wird.

Zur bequemeren Handhabung der Blöcke im Betriebe haben sie Notizbuchgröße. Sie werden mit einer auf der Rückseite angebrachten Pappfahne in die rechte Tasche eines festen Umschlages gesteckt. In die linke Tasche des Umschlages wird ein Auszug aus dem Stückheft hineingesteckt, in welchem auch selten vorkommende Arbeiten mit Gruppen- und laufenden Nummern enthalten sind. Mit Hilfe dieses Auszuges können alle Eintragungen im Block im Betriebe vorgenommen werden. Den Arbeitern wird ebenfalls ein solcher Auszug ausgehändigt. Jeder Block ist auf der Vorderseite mit einer kurzen Anweisung zur Ausfertigung und Behandlung versehen.

Durch diese Ausbesserungszettel wird die Schreibarbeit des Aufsichtsbeamten auf ein Mindestmaß herabgedrückt, eine eindeutige Unterlage für die vom Arbeiter auszuführenden Arbeiten sowie für die Ausfertigung der Gedingeauftragzettel geschaffen, die nun von jeder Schreibkraft ausgeführt werden können.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Normung im Lokomotiv- und Wagenbau.

In Heft 6 des lfd. Jahrganges der Zeitschrift „Maschinenbau“ gibt Reichsbahnoberrat Htgen einen Überblick über die Anwendung der Dinormen und Lonormen bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn und berichtet über die bisher gemachten Erfahrungen.

Die Anwendung der eigentlichen Lokomotivnormen kommt zunächst nur für die neu zu bauenden Lokomotiven in Frage. Für die vorhandenen Lokomotiven können sie nur dann in wirtschaftlicher Weise verwendet werden, wenn die Verwendung ohne erhebliche Änderungen möglich ist. Diese Fälle sind aber Ausnahmen. Als Beispiele hierfür werden angeführt Roststäbe und verschiedene Armaturteile.

Nicht allein für den Neubau, sondern auch bei Lieferung von Ersatzteilen und bei der Unterhaltung der vorhandenen Lokomotiven ist das Gebiet der Passungen wichtig, da diese die Grundlage für die austauschbare Fertigung bilden. Die für den Lokomotivbau aus den Dinorm-Passungen getroffene Auswahl hat sich bis auf wenige Ausnahmen bewährt. Unangenehm hat sich das Fehlen von Lonorm-Blättern für Preß- und Schrumpfsitze bemerkbar gemacht. Als Beispiel für die Fertigung nach Passungen wird die Unterhaltung der Steuerung erwähnt. Bisher wurden die abgenutzten Steuerungsbolzen nachgeschliffen und nach dem jeweils erhaltenen Maß neue Buchsen angefertigt. Jetzt werden sowohl Bolzen wie Buchse auf die nächste der um $\frac{1}{4}$ mm auseinander liegenden Stufen nachgearbeitet und die einander entsprechenden Größen zusammen verwendet. Im Dauerzustand ist dann nur noch die Buchse mit dem kleinsten und der Bolzen mit dem größten Durchmesser zu beschaffen; alle Zwischenstufen ergeben sich durch Nacharbeit. Die Arbeit nach Passungen hat zum Aufbau eines einheitlichen Meßwesens geführt. Beim Reichsbahn-Ausbesserungswerk Tempelhof ist eine Zentralmaßstelle, bei den geschäftsführenden Reichsbahndirektionen sind Bezirksmaßstellen eingerichtet.

Von weiteren Grundnormen sind Dichtungslinsen und Dichtringe erwähnt. An Stelle des kugeligen Sitzes wurde mit Vorteil der Kegelsitz eingeführt. Durch Zulassung des Preßmessings als Baustoff konnten wirtschaftliche Herstellungsverfahren ausgebildet werden, die es gestatten die Linsen ohne weitere mechanische Bearbeitung lehrenhaltig fertigzustellen. In der

Frage der Rohrverschraubungen bedeutet die Normung der Überwurfmutter, Bundbuchsen und Doppelnippel einen erheblichen Fortschritt. Bezüglich des Rohrgewindes wurde von dem Gewinde der Dinorm abgewichen, da dieses bei der Notwendigkeit häufigen LöSENS im Lokomotivbetrieb nicht als genügend verschleißfest bezeichnet werden kann. Für den Lokomotivbau ist nach Einführung der Dinorm bis zu 6 mm ausschließlich das metrische, darüber hinaus das Withworth-Gewinde gewählt worden. Eine Sonderstellung nehmen die Dichtgewinde ein. Die Normung und toleranzmäßige Herstellung der Stehbolzen ist soweit durchgebildet, daß sie zentral beschafft werden können.

Hand in Hand mit der Normung der Schrauben ging die Normung der Schlüsselweiten. Durch die Einführung der Normen für Form- und Stabeisen wurde die Zahl der vorzuhaltenden Sorten bedeutend vermindert und eine wesentliche Vereinfachung der Lagerhaltung herbeigeführt.

Im gleichen Heft des „Maschinenbau“ berichtet Reichsbahnoberrat Klein über den Stand der Normung im Eisenbahnwagenbau. Maßgebend für die Auswahl der Normen sind nur die Wagen, die neu gebaut werden, das sind die Einheitspersonen- und Einheitsgüterwagen. Bei diesen Wagen sind sämtliche Einzelteile genormt. Dabei wird gefordert, daß die Einzelteile auf Grund der Din-Passungen im unbedingten Austauschbau hergestellt werden, so daß beim Zusammenbau jede Paßarbeit unterbleiben kann. Gleichartige Fachnormen des Lokomotiv- und Wagenbaues werden nach Möglichkeit zusammengefaßt und erhalten in der Überschrift den Vermerk „Eisenbahnwesen“. Für die sichere Durchführung der Normung sind Zeichnungen notwendig, die den Anforderungen der Normung voll entsprechen. Jedes Stück des Wagens wird in einer Einzelzeichnung dargestellt, die als Werkzeichnung durchgearbeitet ist und alle für die Fertigung notwendigen Angaben enthält. In den Gruppen- und Gesamtzeichnungen sind nur die Maße und Angaben enthalten, die für den Zusammenbau erforderlich sind. Für jede Wagengattung wird außerdem ein Teilheft aufgestellt. Außer den Angaben über Stückzahl, Material, Normblattnummern usw. gibt das Teilheft noch an, für welche anderen Wagengattungen die Teile noch verwendet werden können. Das Teilheft bildet gleichzeitig das Verzeichnis der Austauschbauzeichnungen.

A. P.

Verschiedenes.

Die Herbsttagung der Studiengesellschaft für Rangiertechnik.

Die Stugera hielt vom 16. bis 18. Oktober in Stuttgart ihre Herbsttagung ab, zu der sich im wesentlichen die gleichen Teilnehmer wie zu den früheren Tagungen einfanden.

Am Vormittag des 16. Oktober fanden die Sitzungen der Sonderausschüsse statt; nachmittags erfolgte eine Besichtigung des Verschiebehahnhofes Kornwestheim. Über seine Entstehungsgeschichte gab vorher Herr Dir. bei der Reichsbahn Nägele einen kurzen Bericht, dem ein ausführlicher Vortrag des Herrn R. O. R. Renz über die betriebliche Bedeutung des Bahnhofes folgte. Im Herzen Württembergs gelegen ist Kornwestheim der Hauptrangierbahnhof der Reichsbahndirektion Stuttgart. Der Bahnhof ist als zweiseitiger Verschiebehahnhof mit Ablaufrücken angelegt aber bis jetzt nur einseitig ausgebaut. Sein Hauptverkehrsstrom läuft in der West-Ostrichtung. Trotzdem der erst einseitige Ausbau einige Betriebserschwerisse mit sich bringt, ist die Anlage recht leistungsfähig und erreichte im September dieses Jahres eine Spitze von 5213 Wagen am Hauptablauf. Einen Teil der Verschiebeaufgaben müssen allerdings bis zum zweiseitigen Ausbau die vier Vorbahnhöfe übernehmen.

Am Abend des gleichen Tages fand noch ein Vortrag des R. R. Dr.-Ing. Köhle über die Arbeits- und Zeitstudien auf Verschiebehahnhöfen statt, dem sich eine rege Aussprache anschloß. Der Redner schilderte die Eigenart des Eisenbahnbetriebes und die Möglichkeiten in ihm Zeitstudien nutzbringend zu betreiben; sie dienen 1. auf dem Gebiet der Betriebswirtschaft zur klaren Erkenntnis der Betriebszusammenhänge und Vereinfachung der Betriebsabwicklung, 2. auf dem Gebiet der Personalwirtschaft zur Verbesserung der Leistungen und der Arbeitsbedingungen und zur Aufstellung der Dienstpläne und 3. lassen sie auf dem Gebiet der bautechnischen Ausgestaltung der Anlagen die größte Ausnutzung erzielen und liefern einen zahlenmäßigen Nachweis für die Unzulänglichkeit bestehender und die Leistungsfähigkeit neu zu errichtender Anlagen.

Der zweite Tag war in der Hauptsache den Beratungen der Sonderausschüsse gewidmet. Nachmittags hielt R. O. R. Fischötter einen Vortrag über die Wirtschaft Württembergs.

Am 18. fand dann die Mitgliederversammlung statt, in der auch die Sonderausschüsse über ihre Arbeiten berichteten. Aus diesen Berichten sind folgende Punkte besonders bemerkenswert. Sonderausschuß 1 hat die Frage der Leistungssteigerung durch die Verwendung ferngesteuerter elektrischer Lokomotiven eingehend beraten und beantragte auf Grund einer Wirtschaftlichkeitsberechnung, der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft einen Versuch mit einer sowohl mit Oberleitung wie auch mit Sammler arbeitenden Lokomotive zu empfehlen.

Sonderausschuß 2 hat die Modellversuche in Göttingen beendet und die Beiwerte c der Formel für die Windkraft $W = cv^2 F$ empirisch ermittelt. Die Einzelergebnisse werden im nächsten Stugera-Sonderheft der Verkehrstechnischen Woche veröffentlicht, desgleichen die Arbeiten des Sonderausschusses 4 über Beidrückeinrichtungen. Sonderausschuß 3 hat die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Hemmschuhbremsung in einer Abhandlung niedergelegt. Sonderausschuß 7 gab einen Bericht über die weitere Entwicklung des mechanisierten Ablaufes im Ausland. Daraus ist zu entnehmen, daß man auch in Amerika immer stärkere Gleisbremsen verwendet und dementsprechend immer mehr zu der in Deutschland üblichen büschelförmigen Gleisanordnung übergeht. In England werden ebenfalls zwei mechanisierte Verschiebehahnhöfe nach dem Vorbild von Hamm eingerichtet. Die Gleisbremsen liefert Thyssen. Sp.

Tage der Technik. Illustrierter Technisch Historischer Abreißkalender. Achter Jahrgang 1929. Herausgegeben von Dr. Ing. e. h. Franz Maria Feldhaus und Gilbert Feldhaus. Verlag Otto Salle, Berlin.

Ein vielseitiger, gut ausgestatteter Abreißkalender, der dem Gedenken an die mühsame, in früheren Zeiten für den heutigen Hochstand der Technik geleistete Vorarbeit und der Ehrung der Pioniere der Technik dient.

Berichtigungen.

In dem Aufsatz „Laufwiderstandsmessungen in geschweißten Gleisen“, Organ Heft 21. 1928, Seite 450 u. folg. sind folgende Berichtigungen vorzunehmen.

Es muß heißen:

auf Seite 452 (linke Spalte) unter „5. Einfluß des Windes“:

9. Zeile: F_0 (statt F_1) = $F + \Delta F$,

10. Zeile: Angriffsfläche F_0 (statt F_1),

13. Zeile: F bis zu $0.3 F$ (statt $0,3 t$),

auf Seite 453 (linke Spalte):

11. Zeile: W_{ungeschw} (statt W_{geschw}) = 3.07 kg/t .

14. Zeile: W_{geschw} (statt W_{ungeschw}) = $2,58$ (statt $2,43$) kg/t ,
auf Seite 453 (rechte Spalte):

4. Zeile: Gleis ist also (statt als) 0.5 kg/t .

6. Zeile: Zu (statt „In) dem Ergebnis muß jedoch bemerkt werden.

Berichtigungen zu dem Auszug aus dem „Geschäftsbericht der Österreichischen Bundesbahnen für das Jahr 1927“, Heft 18, Seite 403.

1. In der 14. und 15. Zeile von oben lies 38579, 5895, 30931, statt 38880, 6080, 32085;

2. Die Zahlen der gefahrenen km sind mit 1000 zu multiplizieren.

3. Die Angabe über den Brennstoffverbrauch in Abschnitt III bezieht sich auf den Gesamtlasttonnenkilometer.

4. Die starke Kürzung im Abschnitt IV mag zu Irrtümern Anlaß geben. Die Umstellung der Wiener Werkstätten geschah in der Weise, daß die Großausbesserung von Lokomotiven, Personen- und Güterwagen nur mehr an je einer Stelle vorgenommen wird, während früher 15 Betriebe dafür arbeiteten. Sp.

Berichtigungen zu den Tafeln 25 und 26 in Heft 23. In den Abbildungen der dem 1. Teil des Aufsatzes beigegebenen Tafeln sind einige Fehler enthalten, die wir nachstehend berichtigen:

Taf. 25, Abb. 25. Der Buchstabe (E_1) an der \mathcal{M}_1 -Linie ist durch (C_1); in Abb. 26 der Buchstabe P auf der Geraden KA, durch F zu ersetzen.

Taf. 26. In Abb. 22 ist der Schnittpunkt der Geraden BH mit der Ordinate durch Achse 3 mit E zu bezeichnen; in Abb. 23 sind dem Schnittpunkt von $B'G'$ mit der Abszissenachse die Buchstaben D' und M_d , dem Schnittpunkt der unterhalb der Abszissenachse gelegenen Momentenlinie mit der Ordinate durch Achse 1 der Buchstabe H beizusetzen.

In Abb. 24 fehlt am Scheitel der unteren \mathcal{M} -Linie der Buchstabe C, in Abb. 9 an der 1. Achse der Buchstabe A_1 .

Die Unterschriften sollen lauten:

Bei Abb. 22: Kräfteermittlung für eine Gelenklokomotive, bei Abb. 23: K für eine Lokomotive mit mehrachsigen vorderem Drehgestell und bei Abb. 24 K für eine Lokomotive mit vorderer Schwenkachse.