

# Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

95. Jahrgang

15. November 1940

Heft 22

## Die Betriebsverhältnisse bei der Zugbildung auf Gefällbahnhöfen für Höchstleistung.

Von Dr. Ing. W. Schmitz, Berlin.

Hierzu Doppeltafel 9.

### A. Einleitung.

In seiner Arbeit „Die Leistungsgrenze der Ablaufanlagen“\*) hat Dr. Ing. Kurt Leibbrand die Höchstleistungsgrenze für einseitige Verschiebebahnhöfe mit täglich rund 25000 Wagen angegeben.

Diese Leistung wurde jedoch nur für die Zugzerlegung nachgewiesen. Wie steht es aber mit der Zugbildung? Wie muß die Anlage für die Zugbildung von täglich 25000 Wagen beschaffen sein, und wie werden dabei die betrieblichen Verhältnisse sein?

In der vorliegenden Arbeit ist nun der Versuch gemacht worden, in Form einer Studie grundsätzlich auf die Fragen Schwierigkeiten und Betriebsverhältnisse einzugehen, die sich bei der Zugbildung von Höchstleistungen ergeben werden, wobei volle Sicherheit und Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden müssen. Diese Fragen können selbstverständlich nur ganz allgemein gelöst werden, da Erfahrungen für einseitige Anlagen nur mit einer Tagesleistung von rund 7000 bis 8000 Wagen vorhanden sind.

Die Untersuchung beschränkt sich in der vorliegenden Arbeit jedoch nur auf Gefällbahnhöfe.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Leistungstafeln (Bild 7 bis 9) zusammengestellt. Aus diesen Tafeln kann ganz allgemein für eine geforderte tägliche Zugbildungsleistung  $L$  einer bestimmten Zuggattung die grundsätzliche Ausbildung der Gefällzugbildungsanlage in bezug auf die Zahl und Anlage der Zugbildungs-Untergruppen unmittelbar abgelesen werden, und zwar unter Berücksichtigung irgendeines Prozentsatzes  $\delta\%$  an Gegenausfahrten (entgegen der Ablaufrichtung), so daß ein erster Anhalt für Entwurf und Durchbildung der Gleisanlage gegeben ist.

Hierbei erstreckt sich die Arbeit auf die Einzelanlagen für die Zugbildung von Eingruppen-, Mehrgruppen- und Nahgüterzügen. Dieser erste Anhalt kann dann als Ausgangsentwurf für die endgültige Anlage dienen, die schließlich in jeder Hinsicht den in Frage kommenden Zugbildungsvorschriften, dem Fahrplan und Wagenübergangsplan entsprechen soll.

Weiterhin sind die erwähnten Tafeln nicht nur für Zugbildungsanlagen aufgestellt, auf denen Gegenausfahrten aus den der Ablaufanlage zugekehrten Gleisgruppen stattfinden, sondern auch für Anlagen, bei denen die Gegenausfahrten zunächst geradeaus und dann auf einer Gleisschleife zurückgeführt werden (s. Bild 10 und 11).

Für eine gegebene Aufgabe sind somit gute Vergleichsmöglichkeiten in bezug auf die beiden genannten Anlagen gegeben.

### B. Umgrenzung der Aufgaben.

Der Aufgabenkreis eines Verschiebebahnhofs setzt sich bei der Zugbildung mengenmäßig zwar verschieden immer wieder aus ähnlichen Grundaufgaben zusammen, die sich im Laufe der

Zeit auf Grund von Erfahrungen, gestützt auf technische betriebliche, verkehrliche, kopfzahlmäßige und wirtschaftliche Zusammenhänge herauskristallisiert haben.

Grundaufgaben. Bildung von Durchgangs-Eingruppenzügen, Durchgangs-Mehrgruppenzügen und Nahgüterzügen. Sonstige Aufgaben wie Bedienung der Anschlüsse, Ortsgüteranlagen, Umladeanlagen usw. sind im Hinblick auf die Gesamtleistung von untergeordneter Bedeutung und hier nicht weiter berücksichtigt.

Im wesentlichen ist also die Gesamtleistung von täglich 25000 Wagen auf drei Grundaufgaben aufzuteilen, deren Einzelgrößen sich aus der betrieblichen Bedeutung und den Verkehrsbeziehungen des Bahnhofs ergeben. Da für so große Leistungen, wie eingangs erwähnt, keine Erfahrungswerte vorhanden sind, kann die Aufteilung z. B. wie folgt angenommen werden:

Eingruppenzüge...	10000 Wagen/Tag
Mehrgruppenzüge .	10000 „ „
Nahgüterzüge.....	5000 „ „
	25000 Wagen/Tag

Somit sind auch drei in ihrem Aufbau verschiedene Einzelanlagen erforderlich, die in betrieblicher Hinsicht voneinander unabhängig betrachtet werden können, da betriebliche Störungen der Anlagen untereinander z. B. infolge Ausfahrten usw. durch entsprechende Bauwerke (schienefreie Kreuzungen) unterbunden sein sollen.

Die von K. Leibbrand angegebenen 64 Richtungsgleise werden entsprechend den dargelegten Teilaufgaben in drei Hauptgruppen eingeteilt, an die sich Ausfahrgruppen und Stationsgruppe wie folgt entsprechend der Betriebsabwicklung anschließen:

1. Bildung von Durchgangs-Eingruppenzügen. Nach Einfahrt in die Einfahrgruppe sowohl in als auch gegen die Ablaufrichtung werden die einzelnen Züge auf dem Ablaufberg hintereinander in Gruppen von einem und mehr Wagen zerlegt und in richtungsmäßiger Ordnung auf die einzelnen Gleise der Richtungsgruppe I verteilt (s. Bild 10, 11 und Taf. 9). Bei ausreichendem Wagenaufkommen in einem Richtungsgleis wird der vollständige Wagenzug in die anschließende Ausfahrgruppe I abgelassen, aus der sowohl in als auch gegen die Ablaufrichtung ausgefahren werden kann.

2. Bildung von Durchgangs-Mehrgruppenzügen. Diese Dg. (Durchgangsgüterzüge) bestehen aus  $m = 2$  und mehr Gruppen. Die einzelnen Wagengruppen werden wie die Dg.-Eingruppenzüge, jedoch entsprechend ihrer Zahl, in verschiedenen Richtungsgleisen angesammelt. Die einzelnen Wagengruppen laufen hintereinander in vorgeschriebener Reihenfolge entsprechend den Forderungen der Zugbildungsvorschriften in die an die Richtungsgruppe II anschließende Ausfahrgruppe II ab (s. Bild 10, 11 und Taf. 9). Die Ausfahrt kann sowohl in der Ablaufrichtung erfolgen, wie auch entgegengesetzt.

3. Bildung von Nahgüterzügen. Die über den Hauptablaufberg abgelaufenen Wagen oder Wagengruppen sind in

\*) Leibbrand, Kurt: „Die Leistungsgrenze der Ablaufanlagen“. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1938, Heft 14.

den Richtungsgleisen nur richtungsmäßig geordnet. In einem einzelnen Richtungsgleis stehen die Wagen jedoch in bunter Reihenfolge.

Zur stationsmäßigen Nachordnung wird die so in einem Richtungsgleis bunt stehende Wagengruppe über einen zweiten Ablaufberg im Anschluß an die Richtungsgruppe III auf den Gleisen der Stationsgruppe nochmals zerlegt.

Durch Sammeln der einzelnen Wagengruppen in vorgesehener Reihenfolge in der anschließenden Ausfahrgruppe III ist die eigentliche Zugbildung eines Nahgüterzuges erledigt. Die Ausfahrt kann gleichfalls in der Ablaufrichtung stattfinden oder entgegengesetzt.

**C. Ermittlung des Zeitaufwandes für Talfahrten mit Handbremse und Hemmschuhen.**

Zur Ermittlung der Zugbildungszeiten sei kurz auf die Betriebsweise bei Gefällbahnhöfen eingegangen.

Die einzelnen Wagen und Wagengruppen werden durch Schwerkraft bewegt. Zur Begrenzung und Vernichtung der Energie  $mv_2$  (der Geschwindigkeit  $v$ ) werden entweder Wagenhandbremsen oder Hemmschuhe verwendet. Hemmschuhe nötigen zur Verminderung der Achsenzahl abrollender Wagengruppen auf sechs Achsen und weniger.

Nach Dr. Ing. Nebelung\*) ist der Zeitaufwand für eine zu Tal fahrende Gruppe sowohl für die Handbremsung als auch für Hemmschuhbremsung ziemlich genau bestimmbar.

Die von Nebelung angegebenen Formeln für die Zeitbestimmung lassen sich noch weiter zusammenfassen. Man erhält nämlich eindeutige einfache Formeln durch Einführung eines gleichbleibenden Mittelwertes von  $\mu = 155 \text{ kg/t}$  für den Reibungswiderstand und durch Verwendung der von Nebelung beobachteten Beziehung von Geschwindigkeit zu Laufweite  $v = f(L)$ , da Nebelung bei seiner Zeitermittlung für jeden Einzelfall sowohl den jeweiligen Reibungswiderstand  $\mu$  zwischen 140 und 170  $\text{kg/t}$ , als auch den jeweilig in Frage kommenden Bremsweg  $l_b$  zwischen 10 bis 25 m schätzt, und die Funktion  $v = f(L)$  nur mittelbar für die Schätzung von  $l_b$  benutzt. Bei der Durchrechnung typischer Zahlenbeispiele liegen die Fahrzeiten mit obigen gemittelten Werten im Mittel rund 1,5% höher als die Zeiten von Nebelung. Die Abweichung ist mithin unbedeutend.

1. Vollständige Fahrt einer Gruppe mit Handbremsen. Durch Einführung von  $v = f(L)$  und  $\mu_b = 155 \text{ kg/t}$  lassen sich alle anderen Größen herleiten, die für die Bestimmung der Gesamtzeit  $T$  notwendig sind.

Die Gesamtzeit  $T$  ist nach Nebelung  $T = t_a + t_b + t_v$ ;  $t_a =$  Laufzeit auf der Strecke  $l_a$ ;  $t_b =$  Zeit für  $l_b$ ;  $t_v =$  Zeit für  $l_v$ ;  $t_a = l_a/0,5(v_2 + v_1) = 2 l_a/v$ ;  $v_1 = v_3 = 0,1 \cong 0 \text{ m/s}$ ;  $t_b = l_b/0,5(v_2 + v_3) = 2 l_b/v$ ;  $t_v = l_v/v = L/v - (l_a + l_b)/v$ ;  $T = (l_a + L + l_b)/v$ ;

Bestimmung von  $l_a$ ; durch Energie-Gleichung  $1/2 g' \cdot (v_2^2 - v_1^2) = (s_a - w) l_a/1000$ ;  $p_a = s_a - w$ ;  $l_a = v^2 \cdot 500/(g' \cdot p_a)$  . . . . . Gl. 1)

Bestimmung von  $l_b$ ;  $1/2 g' \cdot (v_2^2 - v_3^2) = [G_{wb} \cdot \mu/G_w - (s_b - w)] \cdot l_b/1000$ ;  $p_b = G_{wb} \cdot \mu/G_w - (s_b - w)$ ;  $l_b = (v_2^2 - v_3^2) \cdot 1000/2 g' \cdot 1/[G_{wb} \cdot \mu/G_w - (s_b - w)] = v^2 \cdot 500/(g' \cdot p_b)$ ;

$T = [L + v^2 \cdot 500(1/p_a + 1/p_b)/g']/v$ ; Gesamtzeit  $T = 54v(1/p_a + 1/p_b) + L/v$  . . Gl. 2).

Hierbei bedeuten:  $g' = 9,81 \text{ G}/(\text{G} + \text{G}') \cong 9,25 \text{ m/s}^2$ ;  $G = 17 \text{ t}$  (Wagengewicht);  $G' = 1 \text{ t}$ , Masse der rollenden Räder;

\*) Die Bewertung der Zugbildungsanlagen eines Verschiebepfahnhofes nach den Rangieraufgaben und der Betriebsweise, Dissertation Techn. Hochschule, Berlin.

- T = Gesamtzeit;
- T' = beobachtete Teilzeit;
- v = Geschwindigkeit auf Mittelstrecke =  $f(L)$ ;  
nach Nebelung:  
v = 2,00 m/s bei 50 m Laufweite;  
v = 2,33 „ „ 100 m „ „ ;  
v = 2,66 „ „ 200 m „ „ ;  
v = 3,00 „ „ über 200 m, z. B. 250 m Laufweite;
- $\mu_b = 155 \text{ kg/t}$  Reibungswert =  $1/2(140 + 170) \text{ kg/t}$ ;
- L = Gesamtlaufweg;
- L' = beobachteter Laufweg;
- $s_a =$  mittl. Neigung der Anlaufstrecke (s. Höhenplan);
- $s_b =$  mittl. Neigung der Bremsstrecke (s. Höhenplan);
- w = 3  $\text{kg/t}$  Wagenwiderstand;
- $G_{wb} =$  Bremswagengewicht (t); je Bremswagen = 17 t;
- $G_w =$  Gesamtgruppengewicht (t) = n · 17 t.

2. Teilfahrt einer Gruppe mit Handbremsen. Hier gelten dieselben Bedingungen wie unter 1 (s. Nebelung, Werte geschätzt). Soll die Talfahrt einer Gruppe nur auf dem Wege L' kleiner als Gesamtweg (L -  $l_b$ ), jedoch größer als  $l_a$

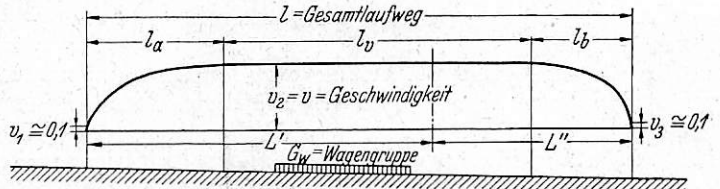


Bild 1. Geschwindigkeitsschaubild.

beobachtet werden, so wird nur die entsprechende Teilzeit T' ermittelt.

$$T = (l_a + L + l_b)/v = (l_a + L')/v + (L'' + l_b)/v;$$

$$L' + L'' = L; (L'' + l_b)/v \text{ wird nicht beobachtet.}$$

$$T' = (500 v^2/g' \cdot p_a + L')/v \text{ (mit Gl. 1);}$$

$$T' = 54 v/p_a + L'/v \dots \dots \text{ Gl. 3)}$$

wobei jedoch  $v = f(L)$  bleibt.

3. Fahrt mit Hemmschuh. Hier läßt sich gegenüber der Schätzung eine eindeutige Formel ableiten. Bei der Hemmschuhbremsung ist die Mittelstrecke  $l_v = 0$ , mithin auch  $t_v = 0$  (s. Bild 1).

$$T = t_a + t_b = 2 l_a/v + 2 l_b/v = 2 L/v.$$

Aus Gl. 1 wird:  $v = \sqrt{g' \cdot l_a \cdot p_a/500} \cong 4,0 \text{ m/s}$ .

Bestimmung von  $l_a$ :  
 $l_a + l_b = L$ ;  $l_a \cdot p_a = l_b \cdot p_b$  (Energie-Gleichung);  
 $l_b = l_a \cdot p_a/p_b$ ;  $l_a = L/(1 + p_a/p_b)$ ;  
 $v = \sqrt{g' \cdot 500 \cdot \sqrt{L \cdot p_a/(1 + p_a/p_b)}}$ ;  
 $T = 2/\sqrt{g' \cdot 500} \cdot L/\sqrt{L \cdot 1/\sqrt{p_a(1 + p_a/p_b)}}$ .  
 $T = 14,68 \cdot \sqrt{L(1/p_a + 1/p_b)}$  . . . . . Gl. 4).

Hierbei ist  $G_{wb} = 1/2 \cdot 17 = 8,5 \text{ t}$ , da durch den Hemmschuh nur eine Achse gebremst wird. Mithin  $p_b = 8,5 \cdot 155/G_w - (s_b - w) = 1326/G_w - (s_b - w)$  (Sonderfall).

**D. Zugbildungsleistung bei Dg-Mehrgruppengüterzügen auf der Zugbildungsanlage II.**

1. Zugbildungsleistung in Abhängigkeit von störenden Gegenausfahrten.

Sind bei der Zugbildung von Dg-Mehrgruppenzügen alle die zu einem bestimmten Zuge gehörigen Wagengruppen aus verschiedenen Gleisen der Richtungsgruppe nacheinander in ein bestimmtes Ausfahr Gleis gelangt, so werden die unmittelbar folgenden Wagengruppen des nächsten zu bildenden Zuges auf ein anderes Gleis der Ausfahrgruppe geleitet usw., so daß eine ununterbrochene Wagengruppenfolge in dem Verbindungsgleis zwischen Richtungsgruppe und Ausfahrgruppe entsteht.

Für die auf einem Verbindungsgleis erreichbare Zugbildungs-Höchstleistung sind außer der Zahl der Wagengruppen (m) und der Wagenzahl (n) eines Zuges maßgebend die größtmögliche Geschwindigkeit v und der erreichbare kleinste Zwischenabstand S<sub>n</sub> (hier kurz Sperrstrecke S<sub>n</sub> genannt) zwischen der vorlaufenden Wagengruppe und der gerade anlaufenden nachfolgenden Wagengruppe.

Die Sperrstrecke S<sub>n</sub> ist eine Sicherheitsstrecke und es darf in ihr nur eine Wagengruppe laufen (ähnlich dem Blockabstand).

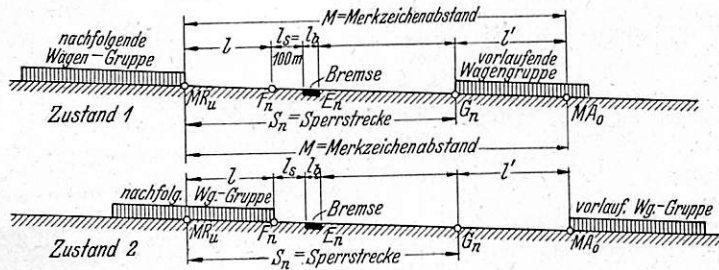


Bild 2. Sperrstrecke bei Ausfahrt gegen die Ablaufrichtung.

M = Strecke zwischen mittl. Merkzeichen MR<sub>u</sub> der Richtungsgruppe und mittl. Merkzeichen MA<sub>o</sub> der Ausfahrgruppe (s. Bild 2, Taf. 9);

l = Weg der Spitze der nachfolgenden Wagengruppe bis F<sub>n</sub>;

l' = Weg des Schlusses der vorlaufenden Gruppe bis MA<sub>o</sub>;

S<sub>n</sub> = Sperrstrecke (Wagengruppen-Folgeabstand);

t<sub>1</sub> = Zeit für den Ablauf auf Strecke l (s. Formel für Teilzeit Gl. 3);

t<sub>2</sub> = Zeit für den Ablauf auf Strecke l'.

Zustand 1.

Eine nachfolgende Wagengruppe soll bei den Merkzeichen MR<sub>u</sub> der unteren Richtungsgruppe starten, wenn das Ende der vorherlaufenden Wagengruppe an der Stelle G<sub>n</sub> gerade vorbei ist.

Zustand 2.

Eine nachfolgende Wagengruppe soll die Stelle F<sub>n</sub> erreichen, wenn das Ende der vorlaufenden Wagengruppe gerade im Schutz der oberen Merkzeichen MA<sub>o</sub> der Ausfahrgruppe liegt.

F<sub>n</sub> liegt l<sub>s</sub> = 100 m vor der Balkenbremse, die ihrerseits im zulässigen Bremsabstand von 30 m von dem später zu behandelnden, das Verbindungsgleis kreuzenden Gegenausfahrgeleis entfernt liegt.

Die Sicherheitsstrecke l<sub>s</sub> = 100 m gestattet also, bei Gefahr auf 30 m durch Hand zu bremsen, und auf den restlichen 70 m Verlustzeiten infolge verspäteter Beobachtung der Sachlage und allenfalls zu schnelles Laufen der nachfolgenden Wagengruppe auszugleichen.

Bei Versagen der Handbremsung kann schließlich die nachfolgende Gruppe bei Gefahr in jedem Falle durch die Balkenbremse zum Stehen gebracht werden, so daß der Wagengruppen-Ablauf bei v = 2,5 m/s gesichert ist.

Die Stelle G<sub>n</sub> ist also derart bestimmt, daß die Zeit für den Weg l gleich der Zeit für den Weg l' ist, mithin t<sub>1</sub> = t<sub>2</sub>.

Nach Gl. 3) ist: t<sub>1</sub> = 54 v / (s<sub>a</sub> - w) + l / v (Teilfahrt);

t<sub>2</sub> = l' / v = t<sub>1</sub>; l' = v · t<sub>1</sub>;

Sperrstrecke S<sub>n</sub> = M - l' = M - v · t<sub>1</sub>; v = 2,5 m/s;

S<sub>n</sub> = M - l - 54 · v<sup>2</sup> / (s<sub>a</sub> - w) . . . . . Gl. 5)

Die Ablaufgeschwindigkeit v der Wagengruppe wird

wie die Zerlegegeschwindigkeit nach Leibbrand auf v = 2,5 festgesetzt, was auch nach Nebelung möglich ist.

Verschiedene Größen der Wagengruppen haben andere mittlere Streckenneigung s<sub>a</sub> und dadurch etwas verschiedene Anlaufzeiten. Dies bedeutet jedoch nur einen geringen Einfluß auf die gesamte Zugbildungszeit, da jede Wagengruppe mit besetzter Handbremse bei konstanter Geschwindigkeit v = 2,5 bis in die Ausfahrgruppe abgelassen wird im Gegensatz zur Nahgüterzugbildung, bei der einzelne Gruppen auf der Weichenstraße gekuppelt werden können.

Die Gesamtbildungszeit t<sub>z</sub> eines Zuges setzt sich aus der Ablaufzeit T seiner einzelnen Wagengruppen zusammen. Die Ablaufzeit einer Wagengruppe beträgt bei v = 2,5 m/s, T = 54 v / (s<sub>a</sub> - w) + l' / v; (s. Gl. 3), d. i. die Teilzeit, bis die nachfolgende Wagengruppe abrollt.

Teilweg l' = Länge der Sperrstrecke S<sub>n</sub> + Länge der Wagengruppe (9 n/m); n = Wagenzahl/Zug; m = Zahl der Wagengruppen/Zug.

Die Zugbildungszeit beträgt demnach in einer Zugbildungsuntergruppe:

$$t_z = m \cdot T \dots \dots \dots \text{Gl. 6)}$$

Die Tages-Zugbildungsleistung N auf einem Verbindungsgleis bei einer täglichen Arbeitszeit von T<sub>s</sub>-Stunden ist:

$$N = T_s \cdot 60 \cdot n / t_z \text{ (Wagen/Tag)} \dots \dots \dots \text{Gl. 7)}$$

Die Leistung auf einem Verbindungsgleis oder einer Zugbildungsuntergruppe ist verhältnismäßig gering.

a) Ableitung der Leistungsformeln bei Gegenausfahrten.

Bei Vermehrung der Zugbildungsuntergruppen steigt die Leistung proportional, sofern keine Störungen infolge Gegenausfahrten stattfinden.

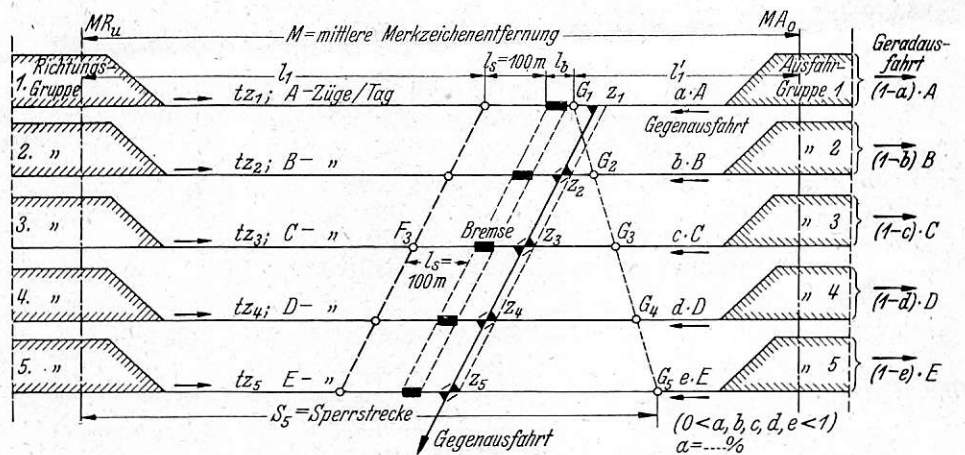


Bild 3. Kreuzung des Ausfahrgeleises mit den Verbindungsgleisen zwischen Richtungs- und Ausfahrgruppe.

Dies ändert sich bei Gegenausfahrten. Auf Bild 3 sind fünf Verbindungsgleise der Zugbildungsuntergruppen zwischen den Merkzeichen MR<sub>u</sub> und MA<sub>o</sub>, d. h. zwischen den Merkzeichen der Richtungsgruppe und denen der Ausfahrgruppe dargestellt. Diese Verbindungsgleise werden durch eine Weichenstraße gekreuzt, auf der die Gegenausfahrten aus irgendeiner Zugbildungsuntergruppe stattfinden können.

Bei Vergrößerung des Wertes δ%, d. h. des Anteiles der störenden Gegenausfahrten an den Gesamtzugausfahrten bei gleicher Wagenzahl/Zug, sinkt die gesamte Zugbildungsleistung auf η% der Leistung, die erzielbar ist, wenn δ% = 0, d. h., wenn alle Züge gerade ausfahren.

Im Folgenden ist nun der Einfluß auf die Leistung für verschiedene Anzahl der Verbindungsgleise bei veränderlichem Anteil der störenden Gegenausfahrten (δ%) abgeleitet.

Es bedeuten:

- A bis D = Züge, die täglich in den einzelnen Gruppen gebildet werden.
- $S_n$  = MRu bis  $G_n$  = Sperrstreckenabstand. Es darf jeweils nur eine Wagengruppe in diesem Abschnitt sein.
- $G_n$  = Ende der Sperrstrecke = Wagengruppenschlußstelle, maßgebend für das Anlaufen der nachfolgenden Gruppe (abhängig von der Lage der Bremsen).
- $Z_n$  = Maßgebende Wagengruppenschlußstelle der ablaufenden Wagengruppen bei Gegenausfahrten (Gefahrzone).
- $l'$  =  $G_n$  bis MAo = Weg von Ende Sperrstrecke bis Merkzeichen der Ausfahrgruppe (s. Bild 2).
- $t_{z_n}$  = Zugbildungszeit.
- $t_g$  = Zeit für die Gegenausfahrten, einschließlich Zeit für Lok.- und Pw.-Fahrten und Bedienung der Sicherungsanlagen.
- a, b, c, d, e = Prozentsätze, die ausdrücken, wie groß die Anteile der Zuggegenausfahrten an den Gesamtzugausfahrten innerhalb der einzelnen Zugbildungsuntergruppen sind.
- $t_R$  = Räumungszeit, zusätzlich zur Zugausfahrzeit  $t_g$  infolge Räumung der Verbindungsgleise von Restwagengruppen.

In den Zugbildungsuntergruppen wird die fortlaufende Wagengruppenfolge im Sperrstreckenabstand unterbrochen durch die Zuggegenausfahrten. Aus betrieblichen Gründen soll jeder Gegenausfahrt ein Sperrauftrag vorangehen. Hierdurch wird allen beteiligten Stellen angekündigt, daß aus einem bestimmten Gleis der Ausfahrgruppe von dem betreffenden Zeitpunkt an eine Gegenausfahrt stattfinden soll.

Mittlere Gegenausfahrzeit  $t_g$ : Die Gegenausfahrzeit  $t_g$  enthält außer der reinen Ausfahrzeit auch die Zeiten für Lok.- und Pw.-Fahrten und ferner die Zeiten für das Betätigen der Sicherungsanlagen (Blockbedienung).

Die Ausfahrzeit  $t_g$  ist als Mittelwert für alle Ausfahruntergruppen (z. B. 1—5) gleich groß angenommen.

Mittlere Zugbildungszeit  $t_z$ : Zur Vereinfachung der aufzustellenden Formeln soll das arithmetische Mittel der verschiedenen  $t_{z_n}$  angenommen werden, nach Gl. 6 ist sodann

$$t_z = m \cdot T_m \dots \dots \dots \text{Gl. 8)}$$

Hierbei ist  $T_m$  die mittlere Zugbildungszeit einer Wagengruppe.

Mittlere Gegenausfahr- und Räumungszeit. Im Betriebe wird die Gegenausfahrzeit  $t_g$  nicht unmittelbar an die Zugbildungszeit  $t_z$  bei Erteilung des Sperrauftrages anschließen. Es wird sich nämlich bei Ausfahrt aus irgendeinem Gleise bei den beeinflussten Zugbildungsuntergruppen zwischen  $t_g$  und  $t_z$  eine bei jeder Gegenausfahrt verschiedene Räumungszeit  $t_R$  zwischenschalten. Der Grund dafür ist folgender: Nach Erteilung des Sperrauftrages soll keine Wagengruppe mehr anlaufen. Alle Wagengruppen jedoch, die bereits zu diesem Zeitpunkt in Bewegung sind, laufen weiter in die Ausfahrgruppe. Die Ausfahrt selbst kann aber erst dann beginnen, wenn alle Wagengruppen die Weichenstraße bei  $Z_n$  überquert haben. Bis zur Stelle  $G_n$ , das ist bis zum Ende der Sperrstrecke sind alle Bewegungszeiten der einzelnen Wagengruppen bei der reinen Zugbildungszeit erfaßt. Die daran anschließende Laufzeit bis zum Zeitpunkt der Ausfahrt rechnet jedoch in einer Zugbildungsuntergruppe als zusätzliche Räumungszeit  $t_R$ . Da bei jeder Gegenausfahrt andere Werte entstehen können, soll mit einem Mittelwert gerechnet werden. Die größte Räumungszeit in einer Zugbildungsuntergruppe entsteht, wenn die hierzu gehörige Wagengruppe im Zeitpunkt des Sperrauftrages ihre zugehörige Stelle  $G_n$  gerade verläßt und eine

Nachbarwagengruppe gerade beim Merkzeichen MRu in Bewegung kommt. Die Räumungszeit ist hier also gleich der Zeit, die die Nachbarwagengruppe zum vollständigen Durchlaufen des Verbindungsgleises bis zur Stelle  $Z_n$  benötigt. Um günstig zu rechnen, soll statt der erwähnten Zeit die größere mittlere Zugbildungszeit  $T$  einer Wagengruppe bis zur Stelle  $G_n$  im Betrage  $T_m$  angenommen werden. Die kleinste Räumungszeit ist vorhanden, wenn in einer Zugbildungsgruppe die zugehörige Wagengruppe beim Sperrauftrag gerade bei MRu anläuft und dieselbe in bezug auf die Stelle  $Z_n$  am weitesten hinter den Nachbarwagengruppen zurückliegt. Hat die betreffende Wagengruppe die zugehörige Stelle  $Z_n$  (Weichenstraße) überschritten, so kann die Gegenausfahrt stattfinden. In den meisten Fällen liegt  $G_n$  hinter  $Z_n$ . Da die Zugbildungszeit der Wagengruppe bis  $G_n$  rechnet, bedeutet die Zeit für den Weg  $Z_n - G_n$  keinen Zeitverlust, sondern einen Zeitgewinn. Um so mehr ist es dann möglich, als Mittelwert der Räumungszeit  $t_R$  den Wert  $T_m/2$  zu setzen.

$$t_R = T_m/2 \dots \dots \dots \text{Gl. 9)}$$

Für Lok.- und Pw.-Fahrten entsteht dieselbe Räumungszeit  $t_R$ . Mithin ist die gesamte Räumungszeit:

$$t_R = T_m \dots \dots \dots \text{Gl. 9a)}$$

Zusammengefaßt sei

$$t = t_g + t_R = t_g + T_m \dots \dots \dots \text{Gl. 10)}$$

Wie auf einem Betriebsplan sind für die einzelnen Zugbildungsgruppen für einen Tagesabschnitt von  $T_s = 18$  Stunden Arbeitszeit (entsprechend der Abnahme von Leibbrand) die einzelnen Belegezeiten infolge

1. reiner Zugbildungszeiten  $t_z$ ,

2. Ausfahrzeiten + Räumungszeiten  $t_g + t_R = t$

aufgestellt und in den folgenden Formeln übersichtlich zum Ausdruck gebracht.

$t_z$  = mittlere Zugbildungszeit,

$t$  = mittlere Ausfahr- und Räumungszeit.

$$\left. \begin{aligned} A \cdot t_z + a \cdot A \cdot t &\dots \dots \dots = 60 T_s \\ B \cdot t_z + a \cdot A \cdot t + b \cdot B \cdot t &\dots \dots \dots = 60 T_s \\ C \cdot t_z + a \cdot A \cdot t + b \cdot B \cdot t + c \cdot C \cdot t &\dots \dots \dots = 60 T_s \\ D \cdot t_z + a \cdot A \cdot t + b \cdot B \cdot t + c \cdot C \cdot t + d \cdot D \cdot t &\dots \dots \dots = 60 T_s \\ E \cdot t_z + a \cdot A \cdot t + b \cdot B \cdot t + c \cdot C \cdot t + d \cdot D \cdot t + e \cdot E \cdot t &= 60 T_s \end{aligned} \right\} \text{Gl. 11)}$$

Endgültige Formeln.

Abgekürzte Schreibweise:

$$\left. \begin{aligned} a \cdot t = a'; \quad t_z + a \cdot t = t_z + a' = a''; \\ b \cdot t = b'; \quad t_z + b \cdot t = t_z + b' = b''; \\ c \cdot t = c'; \quad t_z + c \cdot t = t_z + c' = c''; \\ d \cdot t = d'; \quad t_z + d \cdot t = t_z + d' = d''; \\ e \cdot t = e'; \quad t_z + e \cdot t = t_z + e' = e''; \end{aligned} \right\} \begin{aligned} 60 T_s = T' \\ T_s = 18 \text{Stdn./Tag} \\ \text{Arbeitszeit} \end{aligned} \text{Gl. 12)}$$

mithin:

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{1}{a} (T'); \\ B &= \frac{1}{b} (T' - a' \cdot A); \\ C &= \frac{1}{c} (T' - a' \cdot A - b' \cdot B); \\ D &= \frac{1}{d} (T' - a' \cdot A - b' \cdot B - c' \cdot C); \\ E &= \frac{1}{e} (T' - a' \cdot A - b' \cdot B - c' \cdot C - d' \cdot D); \end{aligned} \right\} \text{Gl. 13)}$$

A, B, C, D und E = Zahl der gebildeten Züge in den Zugbildungs-Untergruppen.

b) Auswertung der Leistungsformeln bei Zuggegenausfahrten.

Mit Hilfe der abgeleiteten Formeln erhält man leicht die Gesamttagesleistung einer aus mehreren Zugbildungsunter-

Zahlentafel 1. Auswertung der Formeln für veränderliche Werte  $\delta = \frac{\text{Gegenausfahrleistung}}{\text{Gesamtausfahrleistung}}$  für Dg-Mehrgruppenzüge.

	t	tz	a%	b%	c%	d%	e%	1/a''	1/b''	1/c''	1/d''	1/e''	T' = 60 Ts	A Züge	B Züge	C Züge	D Züge	E Züge	N Σ Wagen **)	Σ a% . A Wagen	Gegen- fahrten δ %				
	Min.	Min.	a'	b'	c'	d'	e'							a' . A	b' . B	c' . C	d' . D	Zusammen							
Anlage II mit 5 Gruppen	—	10,5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1080	103	—	103	—	103	—	103	25750	0	0		
	9*)	10,5	0 0	0 0	0 0	0 0	1 9	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/19,5	„	103	—	103	—	103	—	55	23350	2750	12		
			0 0	0 0	0 0	1 11,5	1 11,5	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/22	1/22	„	103	—	103	—	103	—	49	560	23	19050	3600	19
	11,5	10,5	0 0	0 0	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/10,5	1/10,5	1/22	1/22	1/22	„	103	—	103	—	49	560	23	265	11	14450	4150	29
			0 0	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/10,5	1/22	1/22	1/22	1/22	„	103	—	49	560	23	265	11	126	6	9600	4450	46
	11,5	10,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/22	1/22	1/22	1/22	1/22	„	49	560	23	265	11	126	6	70	3	4600	4600	100
4 Gruppen	—	10,5	0 0	0 0	0 0	0 0	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/10,5			„	103	—	103	—	103	—	103	20600	0	0		
	9*)	10,5	0 0	0 0	0 0	1 9	1/10,5	1/10,5	1/10,5	1/19,5			„	103	—	103	—	103	—	55	18200	2750	15		
			0 0	0 0	1 11,5	1 11,5	1/10,5	1/10,5	1/22	1/22			„	103	—	103	—	49	560	23	13900	3600	26		
	11,5	10,5	0 0	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/10,5	1/22	1/22	1/22			„	103	—	49	560	23	265	11	9300	4150	45		
			0 0	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/22	1/22	1/22	1/22			„	49	560	23	265	11	126	6	4450	4450	100		
	11,5	10,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/22	1/22	1/22	1/22			„	49	560	23	265	11	126	6		4450	4450	100	
3 Gruppen	—	10,5	0 0	0 0	0 0	1/10,5	1/10,5	1/10,5					„	103	—	103	—	103		15450	0	0			
	9*)	10,5	0 0	0 0	1 9	1/10,5	1/10,5	1/19,5					„	103	—	103	—	55		13050	2750	21			
			0 0	1 11,5	1 11,5	1/10,5	1/22	1/22					„	103	—	49	560	23		8750	3600	41			
	11,5	10,5	1 11,5	1 11,5	1 11,5	1/22	1/22	1/22					„	49	560	23	265	11		4150	4150	100			
2 Gruppen	—	10,5	0 0	0 0	1/10,5	1/10,5							„	103	—	103				10300	0	0			
	9*)	10,5	0 0	1 9	1/10,5	1/19,5							„	103	—	55				7900	2750	35			
			1 11,5	1 11,5	1/22	1/22							„	49	560	23				3600	3600	100			
1 Gruppe	0	10,5	0 0	1/10,5									„	103	*) s. Gl. 18. **) n = 50 Wagen/Zug.					5150	0	0			
9*)	10,5	1 9	1/19,5										„	55						2750	2750	100			

gruppen bestehenden Zugbildungsanlage, und zwar, wie die Auswertung ergibt, für veränderliche Werte  $\delta\%$  (Verhältnis der Gegenausfahrten zu Gesamtfahrten). Die Ermittlung erstreckt sich auf ein- bis fünfgruppige Anlagen. Die Änderung

ferner b und schließlich a, jeweils zwischen 0 und 1, so daß zum Schluß alle Werte a bis d, die vorher = 0 waren, nunmehr = 1 sind, d. h. daß alle Ausfahrten aus allen Gruppen Gegenausfahrten sind. Mit Hilfe der veränderlichen Werte a bis  $d\%$  (s. Zahlentafel 1 und Bild 6) erhält man die entsprechenden Gesamtleistungen und Gegenausfahrleistungen sowie die zugehörigen Werte  $\delta$ , und zwar für ein- und mehrgruppige Anlagen.

In Bild 7 sind dieselben ermittelten Leistungen jedoch für gleiche Werte  $\delta\%$  Gegenausfahrten, und zwar für  $\delta = 10\%$ ,  $20\%$ ,  $30\%$ ,  $40\%$ ,  $50\%$ , für ein- bis fünfgruppige Anlagen dargestellt.

Statt der vollen Leistung, d. h. Leistung bei  $\delta = 0\%$  Gegenausfahrten ergibt sich, wie bereits erläutert, eine geminderte Leistung infolge  $\delta\%$  Gegenausfahrten. Das Verhältnis  $\eta$  (geminderte Leistung infolge  $\delta\% > 0$ ) zu der vollen Leistung ( $\delta = 0\%$ ) gibt einen Maßstab, wie stark die volle Leistung infolge der Gegenausfahrten gemindert ist (s. Bild 7).

Zur Ausrechnung der Zusammenstellungstafel mit Hilfe eines Zahlenbeispiels sind die mittlere Zugbildungszeit  $t_z$  und die mittlere Gegenausfahr- und Räumungszeit  $t$  zu ermitteln.

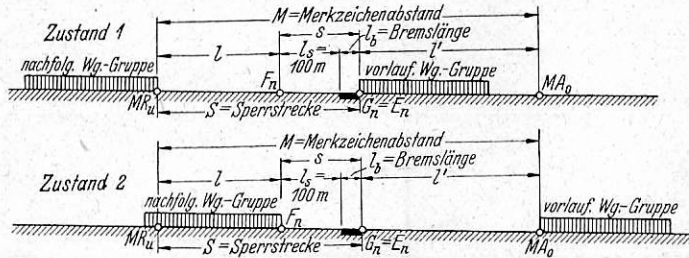


Bild 4. Sperrstrecke bei Ausfahrt auf einer Schleife.

von  $\delta = (a.A + b.B + c.C + \dots) : (A + B + C + \dots)$  erhält man in der Darstellung (s. S. 354) dadurch, daß man die Prozentzahlen a, b, c usw., die für den Anteil an Gegenausfahrten in den einzelnen Gleisen eingesetzt sind, von 0 bis 1 wachsen läßt. Bei mehrgruppigen Anlagen verändert man

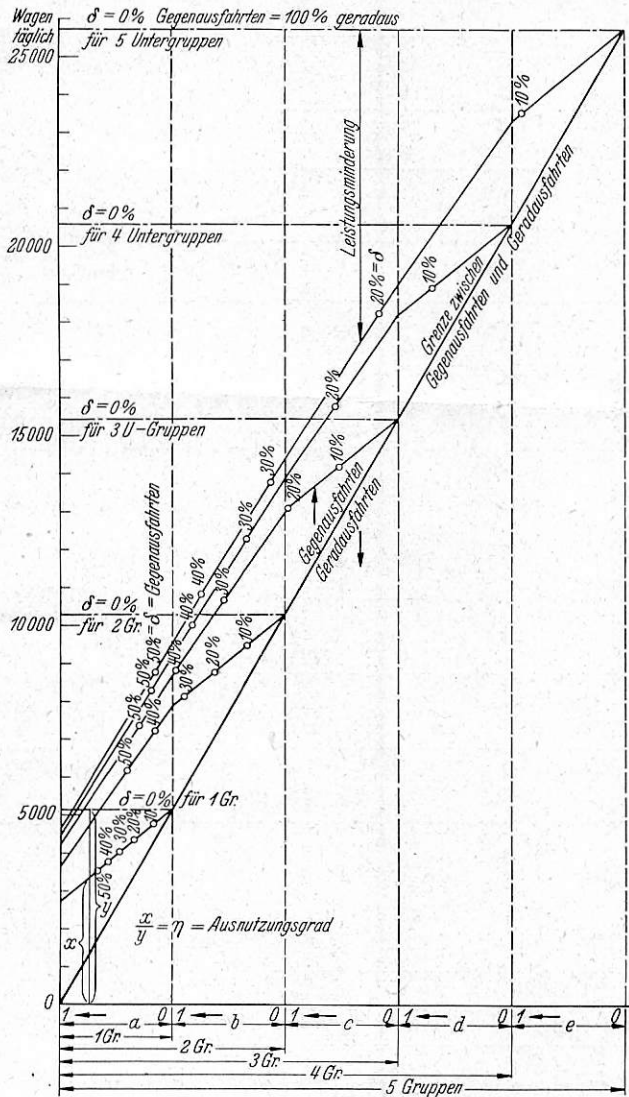


Bild 6. Darstellung der Zahlentafel 1.

zweckmäßig zuerst die letzten Prozentzahlen zwischen 0 und 1 und anschließend die jeweils vorherigen Prozentzahlen. Man wird stets bestrebt sein, gegen die Ablaufrichtung zuerst aus den Ausfahruntergruppen auszufahren, die am nächsten zu der Ausfahrleisseite liegen. Bei einer viergruppigen Anlage verändert sich daher zunächst d zwischen 0 und 1, dann c,

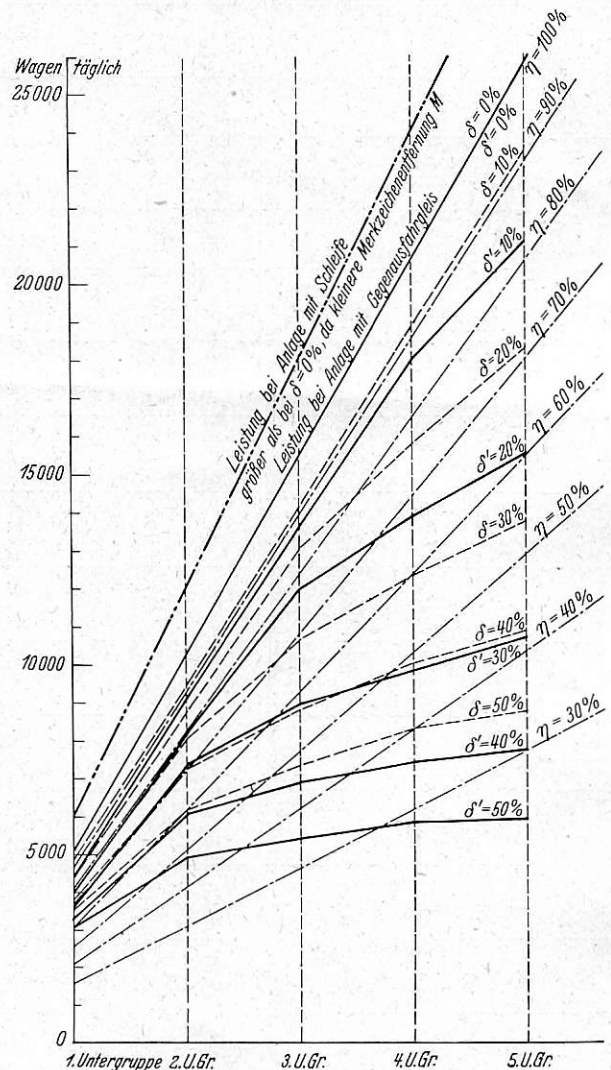


Bild 7. Dg-Mehrgruppengüterzüge. Leistungsbild.

Die mittlere Zugbildungszeit  $t_z$  wird zunächst für eine viergruppige Anlage, wie auf Taf. 9 dargestellt, bestimmt. Nach Gl. 8) beträgt die Zugbildungszeit  $t_z = m.T_m$ . Die mittlere Sperrstrecke ist nach Gl. 5):

$$S_m = M - l_{\text{mittel}} - 54 v^2 (s_a - w);$$
$$l_{\text{mittel}} = 1/4 (178 + 128 + 83 + 58) = 112 \text{ m};$$

$$M = 465 \text{ m}; v = 2,5 \text{ m/sek.}; w = 3 \text{ kg/t}; s_a = 11,4^{0/00};$$

$$S_m = 465 - 112 - 54 \cdot 2,5^2 (11,4 - 3) = 325 \text{ m.}$$

Für eine Wagengruppenfahrt ist der Gesamtweg des letzten Wagens bei  $n/m = 50/3 = 17$  Wagen/Gruppe, d. h.  $17 \cdot 9 = 153 \text{ m}$  Wagengruppenlänge:

$$L' = 325 + 153 = 478 \text{ m.}$$

Die mittlere Teilzeit  $T_m$  für den Ablauf einer Wagengruppe beträgt nach Gl. 3):  $T_m = 54 v/p_a + L'/v$ ,

$$T_m = 207'' = 3,45' \dots \dots \dots \text{ Gl. 14)}$$

wenn  $v = 2,5 \text{ m/s}$ ;  $p_a = s_a - w = 11,4 - 3 = 8,4^{0/00}$ .

Für ein Durchgangs-Mehrgruppenzug von  $m =$  drei Gruppen ist nach Gl. 8) die mittlere Zugbildungszeit auf viergruppiger Anlage demnach  $t_z = m \cdot T_m = 3 \cdot 3,45$

$$t_z = \text{rund } 10,5 \text{ Min.} \dots \dots \dots \text{ Gl. 15)}$$

Die Zugbildungszeit  $t_z$  soll auch bei Anlagen mit weniger als vier Zugbildungsgruppen mit  $t_z = 10,5 \text{ Min.}$  angenommen werden, obwohl sie bei den kleineren Anlagen infolge der kürzeren Gleisentwicklung geringer wird.

Die fünfte Untergruppe kann einfach neben die beschriebene viergruppige Anlage gelegt werden, ohne daß eine Gegenausfahrmöglichkeit für diese Untergruppe erforderlich wird, weil 100% Gegenausfahrten tatsächlich nicht in Frage kommen. Somit ändern sich die Gleisverhältnisse nur unwesentlich, so daß auch hier  $t_z$  mit 10,5 Min. angenommen werden kann.

#### Ausfahr- und Räumungszeit $t$ für ein- bis fünfgruppige Anlagen.

Mittlere Ausfahrzeit  $t_g$ . Der gesamte Ausfahrweg  $L$  bis Zugschlußstelle hinter der Ausfahr-Weichenstraße der Zugbildungsgleise einschließlich der Zuglänge beträgt rund  $L = 900 \text{ m}$ . Für die entsprechende Ausfahrzeit kann erfahrungsgemäß gesetzt werden:

1. Zuggegenausfahrt einschließlich Zeit für Lok.- und Pkw.-Fahrten . . . = 5,5 Min.
2. Bedienung der Sicherungsanlagen („Neuere Methoden“, W. Müller) . . = 2,5 Min.

$$\text{Ausfahrzeit } t_g = 8,0 \text{ Min. Gl. 16)}$$

$$\text{Mittlere Räumungszeit } t_R: t_R = T_m; n \text{ (Gl. 9a).}$$

$$T_m = 3,45' = \text{rund } 3,5 \text{ Min.}$$

Die Gegenausfahrzeit und Räumungszeit ist demnach:

$$t = 8 + 3,5 = 11,5 \text{ Min.} \dots \dots \dots \text{ Gl. 17)}$$

Ausnahmen: Wird nur aus der letzten Gruppe z. B. bei viergruppiger Anlage aus Gruppe 4 ausgefahren, so ist bei dieser Zugbildungsuntergruppe für Gegenausfahrt und Lok.- und Pw.-Fahrten die mittlere Räumungszeit  $t_R =$  doppelte Zeit für den Weg  $G_4$  bis MAo =  $2 \cdot l/v = 2 \cdot 75/2,5 = 1 \text{ Min.}$ , wenn  $l = 75 \text{ m}$ ,  $v = 2,5 \text{ m/s}$ . Mithin:

$$t = 8 + 1,0 = 9,0 \text{ Min.} \dots \dots \dots \text{ Gl. 18)}$$

Somit sind nun alle Werte gegeben, um die Zahlentafel 1 aufzustellen. Die Einzelwerte im Kopf der Zahlentafel sind nach Gl. 11) und Gl. 13) bestimmbar.

Die Summe  $\sum_A^N$  gibt die Gesamtleistung jeder Anlage an unter Berücksichtigung der Gegenausfahrten  $\delta\%$ , erzeugt durch die Prozentwerte  $a, b, c$  usw.

Die bildliche Darstellung der Zahlentafel ist in Bild 6 und 7 durchgeführt.

#### c) Ausnutzung der Arbeitskräfte und Wechselbeziehung zur Leistung.

Entsprechend den ermittelten Formeln wird das Zugbildungs-geschäft in den einzelnen Zugbildungsuntergruppen im Rhythmus der Gegenausfahrten gestört. Hierbei sind

jedoch in der vierten und fünften Zugbildungsgruppe fast mehr Zeiten durch Ausfahrten belegt als durch Abläufe. Die Rangiermannschaft macht somit in diesen Gruppen fast längere Pausen, als es Arbeit leistet. Dies bedeutet also schlechte Ausnutzung der Arbeitskräfte.

Aus der folgenden Aufstellung erhält man einen guten Überblick über die Arbeitsverluste der Gefolgschaft.

Ausfahrt aus Untergruppe 5;	Wartezeit f. Arbeitergruppe 5	
„ „ „ 4;	„ „ „ 5,4	
„ „ „ 3;	„ „ „ 5,4,3	
„ „ „ 2;	„ „ „ 5,4,3,2	
„ „ „ 1;	„ „ „ 5,4,3,2,1	

Es sind also auch hier nur die reinen Zugbildungszeiten ausgenutzt, während die Ausfahrzeiten, teilweise auch die Räumungszeiten Wartezeiten für die Arbeitergruppen darstellen.

Hieraus ergibt sich, daß der Grad der Arbeiterausnutzung ebenfalls gleich der Zahl  $\eta$  gesetzt werden kann, die, wie bereits erklärt, das Verhältnis von geminderter Leistung infolge  $\delta\%$  Gegenausfahrten zu der vollen Leistung ohne Gegenausfahrten angibt. Tatsächlich wird der Wirkungsgrad  $\eta$  infolge Störung des Umlaufs der Arbeitskräfte noch niedriger liegen.

Die aufgezeigten Wartezeiten der einzelnen Gruppen sind Arbeitsüberschüsse, die sich aber nicht auf den anderen Zugbildungsgruppen nutzbar ansetzen lassen, weil dort in den betreffenden Augenblicken ohnehin schon in vollem Umfang gearbeitet wird.

Diese schlechte Ausnutzung der Arbeitskräfte tritt bei den jetzigen Anlagen mit bisher üblicher Leistung kaum auf, da alle Arbeiten oft in Schrittgeschwindigkeit ausgeführt werden und die Gefolgschaft bei der Zugbildung verschiedener Zug-gattungen in nur einer Zugbildungsgruppe zu den verschiedensten Arbeiten hintereinander ohne größere Zeitverluste angesetzt werden kann.

Eine bessere Ausnutzung der Arbeitskräfte ist unter den vorhandenen Bedingungen vielleicht erreichbar, und zwar durch schwächere Besetzung der schlechter ausgenutzten Zugbildungsuntergruppen.

Die Leistungsfähigkeit jedoch ist auf dieser Anlage durch diese Maßnahme wahrscheinlich erheblich geschwächt, da dadurch die Zugbildungszeiten an sich länger dauern werden.

Diese Leistungen infolge wirtschaftlich vertretbarer Ausnutzung der Arbeitskräfte sind ebenfalls in Bild 3 dargestellt. Die eintretende Leistungsminderung infolge wirtschaftlich vertretbarer Ausnutzung der Arbeitsgruppen ist sehr schwer bestimmbar. Es wird daher vorgeschlagen, die erreichbaren Leistungen zu ermitteln, indem man die auf Grund der Gl. 13) errechneten Leistungen multipliziert mit

$$r = (100 + \eta)/2 \dots \dots \dots \text{ Gl. 19)}$$

(s. Bild 7;  $\delta'$ -Werte).

#### 2. Zugbildungsleistung

##### bei Ausfahrt auf einer Schleife.

Wird das Zugbildungsgeschäft durch keine Gegenausfahrt oder Gegenfahrt gestört, d. h. findet die Gegenausfahrt auf einer Schleife statt, so sind die Zugbildungsleistungen in den einzelnen nebeneinander liegenden Zugbildungsuntergruppen vollständig gleich.

Durch Fortfall der Weichenstraße des Gegenausfahrweges wird auch der Abstand der Merkzeichen MRu bis MAo = M kleiner, wodurch eine kleinere Zugbildungszeit  $t_z$  und damit eine höhere Leistung in der einzelnen Zugbildungsuntergruppe möglich ist.

Zugbildungszeit  $t_z$ : Ist keine Ausfahrweichenstraße vorhanden, dann endet die Sperrstrecke hinter der Bremse. Nach der Definition der Sperrstrecke sind die Zeiten für die Wege  $l$  und  $l'$  gleich.

Mithin  $t_1 - t_2$ ;

$$l = M - s - l'; l' = t_2 \cdot v = t_1 \cdot v = 54 v^2 / (s_a - w) + l;$$

$$l' = 1/2 \cdot 54 v^2 / (s_a - w) + 1/2 M - 1/2 s.$$

Sperrstrecke:

$$S = M - l' = 1/2 M - 1/2 [54 v^2 / (s_a - w) - s]. \quad \text{Gl. 20}$$

Mit  $M = 385 \text{ m}$ ;  $s_a - w = 11,4 - 3 = 8,4^0/00$ ;

$$s = 100 + 24 = 124 \text{ m}; v = 2,5 \text{ m/s};$$

ist  $S = 235 \text{ m}$ .

Nach Gl. 8) ist

$$t_z = m \cdot T_m; T_m = 54v / (s_a - w) + L'/v;$$

$$L' = S + n \cdot 9/m = 235 + 9 \cdot 50/3 = 388 \text{ m};$$

$$t_z = 3 (54 \cdot 2,5 / 8,4 + 388 / 2,5) = \text{rund } 9 \text{ Min.}$$

Bei 18 Stdn. täglicher Arbeitszeit ergeben sich folgende Leistungen je nach Zahl der Zugbildungsuntergruppen.

Bei 1 Zugbildungsuntergruppe; 18 Std. · 60 Min. · 50/9' =	6000 Wagen
„ 2 „ „ ; 2 · 6000	= 12000 Wagen
„ 3 „ „ ; 3 · 6000	= 19000 Wagen

Die Mannschaft ist hier zu 100% ausgenutzt, weil in jeder Zugbildungsgruppe in ununterbrochenem Umlauf gearbeitet werden kann.

Die ermittelten Leistungen sind ebenfalls in Bild 7 dargestellt.

### E. Zugbildungsleistung bei Nahgüterzügen auf der Zugbildungsanlage III.

#### 1. Zugbildungsleistung in Abhängigkeit von Gegenausfahrten.

Vorbemerkung: Der Nahgüterzug soll entsprechend einer typischen Rangieraufgabe nach „Nebelung“ aus sechs

Wagengruppen a bis f mit insgesamt 45 Wagen gebildet werden. Die Stärken der einzelnen Gruppen sind: a = 5, b = 8, c = 6, d = 2, e = 4 und f = 20 Wagen. Die Wagengruppe f steht in einem anderen Richtungsgleis.

Zugbildungszeit  $t_z$ : Im obigen Beispiel werden bei der Nahgüterzugbildung die Wagengruppen a und b auf der unteren Weichenstraße der Stationsgruppe gekuppelt (s. Taf. 9). Dann werden beide gemeinsam als größere Gruppe in die Ausfahrgruppe abgelassen. Dasselbe gilt auch für die Gruppen c, d und e. Die Gruppe f läuft jedoch allein ab. Alle Wagengruppen, die in die Ausfahrgruppe abgelassen werden, werden zeitlich nur so lange beobachtet, bis ihr letzter Wagen die zugehörige Bremse verlassen hat, da die Wagengruppen bei einer Zugbildung auf der Weichenstraße nicht im Sperrstreckenabstand folgen wie bei der Mehrgruppenzugbildung.

Die Strecke von den unteren Merkzeichen der Stationsgruppe bis Ende Bremse beträgt  $l = 185 \text{ m}$ .

Für die Zugbildungszeit ist der gesamte beobachtete Laufweg  $L'$  des letzten Wagens einer Wagengruppe:  $L' = l + \text{Wagengruppenlänge}$ .

In der folgenden Zahlentafel 2 sind nun für die Zugbildung die Zeiten von Bewegung und Ruhe der einzelnen Wagengruppen aufgeführt. Unter Teilzeit ist die Beobachtung der Fahrt nur auf der Strecke  $L'$  zu verstehen (s. Gl. 3). Bei Vollzeit (Bildung auf der Weichenstraße) ist die Zeit für Bremsung berücksichtigt (s. Gl. 2). Für Hemmschuhbremsung gilt Gl. 4).

Die eigentliche Zugbildungszeit eines Nahgüterzuges ist entsprechend der nachfolgenden Rangiertabelle  $t_i = 16 \text{ Min.}$  Die endgültige Zugbildungszeit ist aber im Hinblick auf die Betriebsweise höher.

Zahlentafel 2.

Lfd. Nr.	Wagen- gruppe	Wagen Zahl	Brems- wagen	5		6		7	8	9	10	11		12	13		
				Mittleres Gefälle	Mittleres Gefälle	Gesamt- weg	Teil- weg					Geschw. auf Mittel- strecke	Formel			Zeit für Be- wegung	Zeit für Ruhe
				$s_b$	$s_a$	L	L'										
Nr.	Stck.	Stck.	‰	‰	m	m	m/s	Gl. Nr.	Sek.	Sek.							
1	a	5	1	10	10,4	155	—	2,50	1	88	18	für ankuppeln nach Massute					
2	b	8	1	10,75	10,0	98	—	2,33	1	71							
3	a + b	— (13)	— (2)	—	10,2	—	172	2,50	2	88							
4	c	6	1	10	14	185	—	2,50	1	94	18	„					
5	d	2	—	10	14	110	—	2,35	3	54							
6	e	4	1	10	14	95	—	2,30	1	56							
7	c + d + e	— (12)	— (2)	—	10,4	—	133	2,45	2	73	18	„					
8	f	— (20)	— (2)	—	8,75	—	910	2,50	2	389							
zus.:										913 + 54 = 967''							
												ti = 16 Min.					

Betriebsweise der Nahgüterzugbildung. Von einem Ablaufberg können zwei Zugbildungsgruppen bedient werden, wenn man für die Ablaufzeit  $t^0 = 10 \text{ Min.}$  annimmt, was tatsächlich möglich ist. Entsprechend dem Betriebsplan reiht sich in einer Gruppe immer die Zerlegezeit  $t^0$  an die Zugbildungszeit  $t_1$  (s. Bild 5), so daß die vollständige Zugbildungszeit eines Nahgüterzuges beträgt:

$$t_z = t^0 + t_1 \dots \dots \dots \text{Gl. 21)}$$

Die für die Leistung maßgebende Zugbildungszeit  $t_z$  für einen Nahgüterzug (6 Gruppen, 45 Wagen) ist daher

$$t_z = t^0 + t_1 = 10 + 16 = 26 \text{ Min.}$$

Es arbeiten daher immer zwei Zugbildungsgruppen infolge des gemeinsamen Ablaufberges in einer Art Verbundwirkung zusammen.

Ausfahrzeit  $t$ . Die Ausfahrzeit  $t$  für Gegenausfahrt wird wie bei der Mehrgruppenzugbildung mit  $t = 8 \text{ Min.}$  (s. Gl. 16) angenommen, da hier ähnliche Gleisanlagen vorhanden sind.

Die Räumungszeiten fallen fort, weil noch nach Erteilung des Sperrauftrages auf der Weichenstraße gearbeitet werden kann.

a) Ableitung der Leistungsformeln bei Gegenausfahrten (s. Bild 3). Die Grundgleichungen sind dieselben wie die der Mehrgruppenzugbildung [s. Gl. 11) bis 13)].



Gruppe 1:  $A.tz + a.A.t = T' = 60 T_s$

Gruppe 2:  $B.tz + a.A.t + (b.B.t) = T'$

Das Glied  $b.B.t$  fällt fort. Findet nämlich aus der Gruppe 2 die Ausfahrt in derselben Zeit statt, in der der Zugbildungsbetrieb mit Rücksicht auf den Ablaufbetrieb in die Stationsgruppe ruht, so entsteht kein Zeitverlust in der betreffenden Gruppe. Voraussetzung hierfür ist, daß die Ausfahrzeit  $t = 8$  Min. gleich oder kleiner ist, als die Zerlegezeit  $t^0 = 10$  Min.

Auf Grund der beiden Gleichungen ist

$$A = B = T'(tz + a.t) = T'/a'' \dots \text{Gl. 22}$$

Eine Ausfahrt aus Gruppe 1 während der Zerlegezeit  $t^0$  stört die Zugbildung in Gruppe 2. Diese Störung überträgt sich aber über die dadurch verzögerte Zerlegung wieder auf Gruppe 1, so daß sich kein Zeitgewinn ergibt (s. Bild 5).

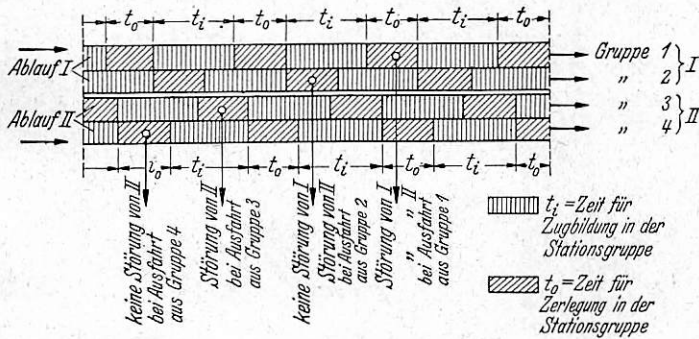


Bild 5. Betriebsplan für Nahgüterzugbildung.

Bei mehreren Zugbildungsgruppen herrschen dieselben Verhältnisse. Die Zerlegezeit kann immer nur bei den geraden Gruppennummern für die Ausfahrt ausgenutzt werden (Gruppe 2 oder 4).

Gruppe 3:  $C.tz + a.A.t + b.B.t + c.C.t = T'$

Gruppe 4:  $D.tz + a.A.t + b.B.t + c.C.t + (d.D.t) = T'$

Das Glied  $d.D.t$  fällt aus den dargelegten Gründen ebenfalls fort, mithin  $C = D$ .

Mit  $A = B = T'/a''$  ist:

$$C.tz + a.A.t + b.A.t + c.C.t = T'$$

$$C.c'' = T' - A.(a' + b') = T' - T'/a''.(a' + b')$$

mit  $a'' = tz + a'$  ist:

$$C.c'' = T' . [(a'' - a' - b')/a''] = T' [(tz - b')/a'']$$

$$C = D = \frac{T'}{a''} \cdot \frac{tz - b'}{c''} \dots \text{Gl. 23}$$

Zahlentafel 3.

t	tz	%				T'	Züge				Wagen N Σ O	Gegen- fahrten N Σ O	Gegen Zu Gesamt δ %	Vermin- derung η %			
		a	b	c	d		b'	a''	c''	60 T							
0	26	0	0	0	0	0	26	26	1080	41	41	41	41	7,300	—	0	100
8	26	0	0	0	1	0	26	26	„	41	41	41	41	7,300	1,840	25	100
8	26	0	0	1	1	0	26	34	„	41	41	32	32	6,500	2,900	44	89
8	26	0	1	1	1	8	26	34	„	41	41	22	22	5,600	3,800	67	76
8	26	1	1	1	1	8	34	34	„	32	32	17	17	4,400	4,400	100	60
8	26	0	0			0	26		„	41	41			3,700	—	0	100
8	26	0	1			8	26		„	41	41			3,700	1,850	50	100
8	26	1	1			8	34		„	32	32			2,900	2,900	100	78

c) Ausnutzung der Arbeitskräfte.

Bei der Nahgüterzugbildung ist die Ausnutzung wesentlich besser und noch vertretbar. Eine geringere Besetzung mit Arbeitskräften wird kaum durchführbar sein ohne ernsthafte Störungen, weil die Betriebsabwicklung infolge der Abhängig-

Für die im Takte der Zugbildung und Zugzerlegung erfolgenden Gegenausfahrten sind nötigenfalls Wartegleise neben der Ri-Gruppe vorzusehen, für die Möglichkeit, daß die Strecke nicht rechtzeitig frei ist.

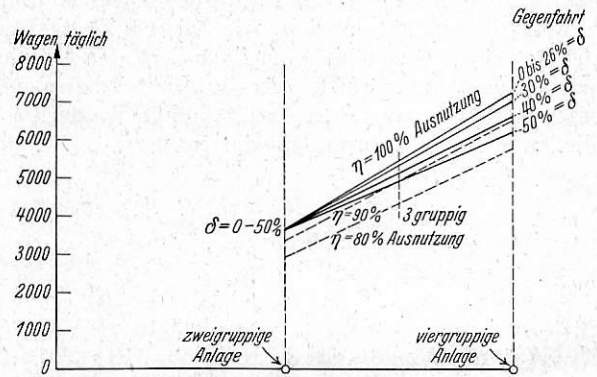
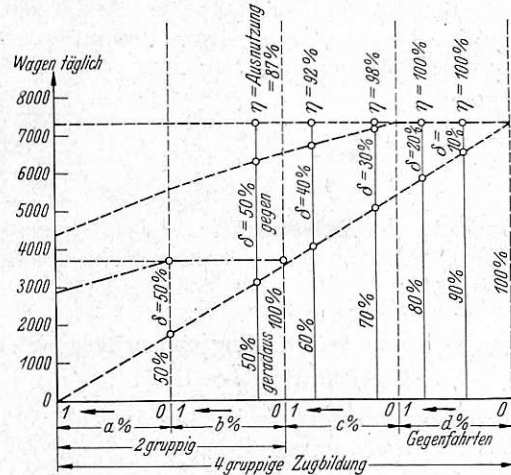


Bild 8. Nahgüterzüge, Leistungsbild.

b) Auswertung der Leistungsformeln.

Die Zahlentafel 3 ist aufgestellt für  $tz = 26$  Min.,  $t = 8$  Min. und  $n = 45$  Wagen/Zug. Wie bei Anlage II sind auch die Zugbildungsleistungen der Anlage III hier zunächst für veränderliche Verhältnisse  $\delta\%$  = Gegenausfahrleistung zu Gesamtleistung infolge Änderung der Prozentwerte  $a$  bis  $d$  zwischen 0 und 1 (s. Bild 8) unter Benutzung obiger Formeln ermittelt.

Ferner sind in Bild 8 die Leistungen für folgende Werte ermittelt:  $\delta = 0, 10, 20, 30, 40$  und  $50\%$ .

keit vom Ablaufberg viel starrer ist. Die Ausnutzung ist daher gleich dem Wirkungsgrad  $\eta$  der Anlage.

2. Zugbildungsleistung ohne Gegenausfahrten.

Bei Fortfall der Gegenausfahr-Weichenstraße und bei der entsprechend kleineren Merkzeichenentfernung  $M$  entsteht

keine Leistungssteigerung einer Zugbildungsuntergruppe, weil die Züge zum größten Teil auf der Weichenstraße gebildet werden.

Die Zugbildungszeit wird auch hier angenommen zu  $t_z = 26$  Min. Bei 18stündiger täglicher Arbeitszeit und  $n = 45$  Wagen/Zug beträgt die erzielbare Gesamtleistung der Anlage III bei Ausfahrt auf einer Schleife:

bei 1 Zugbildungsgruppe:	18 St. . 60' . 45/26'	= 1850 Wagen
„ 2 „	: 2 ( „ )	= 3700 Wagen
„ 3 „	: 3 ( „ )	= 5550 Wagen
„ 4 „	: 4 ( „ )	= 7400 Wagen

Die Ausnutzung der Arbeitskräfte ist bei Gegenausfahrt in einer Schleife 100%, weil wie am laufenden Band gearbeitet werden kann (s. Bild 8).

**F. Zugbildungsleistung bei Dg-Eingruppenzügen auf der Zugbildungsanlage I.**

**1. Zugbildungsleistung in Abhängigkeit von Gegenausfahrten.**

Für die Zugbildungen von Eingruppenzügen können dieselben Formeln benutzt werden, wie bei der Zugbildung der Mehrgruppenzüge (Gl. 11 bis 13). Es ändert sich für die Auswertung der Leistungsformeln nur die Zugbildungszeit  $t_z$ , weil statt  $m$ -Wagengruppen der vollständige Wagenzug in die anschließende Ausfahrgruppe abgelenkt wird.

Sperrstrecke  $S$  (s. Gl. 5):

$$S = M - l - 54 \cdot v^2 / (s_a - w);$$

ang.:  $M = 400$  m;  $l = 88$  m;  
 $v = 1,5$  m/s statt  $v = 2,5$  m/s;  
 $s_a - w = 8 - 3 = 5^{0/00}$ ;  
 $S = 400 - 88 - 54 \cdot 1,5^2 / 5 = \text{rund } 290$  m;  
 $L' = \text{Wagenzuglänge} + \text{Sperrstrecke } S = 540 + 290 = 830$  m;

Zugbildungszeit

$$t_z = m \cdot T_m = 54 v / (s_a - w) + L' / v; \text{ (s. Gl. 8) } m = 1;$$

$$t_z = 54 \cdot 1,5 / 5 + 830 / 1,5 = \text{rund } 10 \text{ Min.}$$

Die Gegenausfahr- und Räumungszeit (s. Gl. 17) wird gleichfalls wie bei Anlage II mit  $t = 11,5$  Min. infolge Räu-

mungszeit auch für Lokomotiven angenommen. Bei Ausfahrten aus der äußersten Gruppe ist  $t = 9$  Min. (s. Gl. 18).

Die Zahlentafel 4 ist ebenso aufgebaut wie Zahlentafel 1.

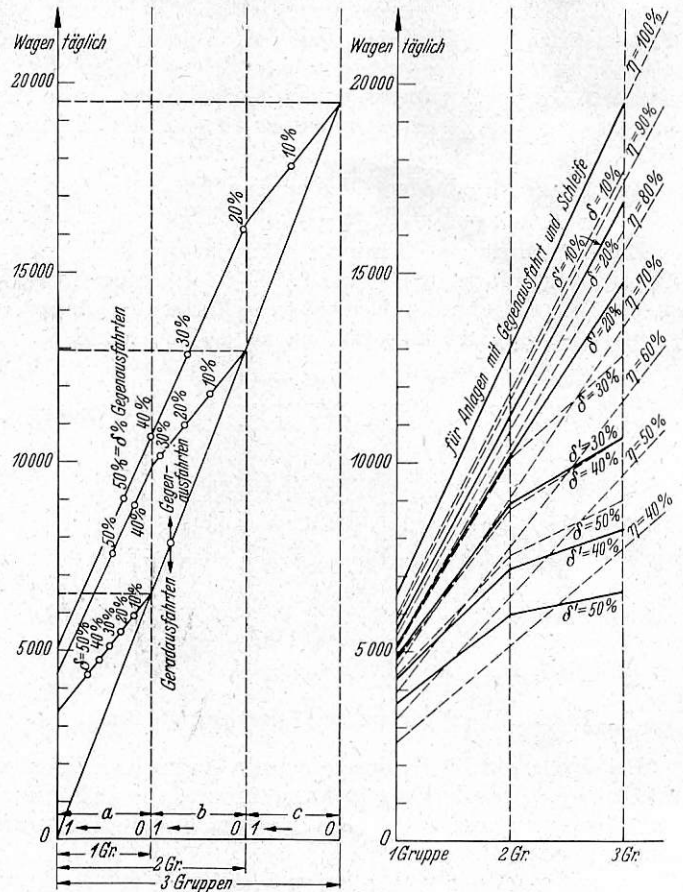


Bild 9. Dg-Eingruppenzüge, Leistungsbild.

In Bild 9 sind sowohl die Tafelwerte als auch die Leistungen für  $\delta\%$  Gegenausfahrten und  $\eta\%$  Ausnutzung dargestellt, und zwar für  $\delta = 0, 10, 20, 30, 40$  und  $50\%$ .

Zahlentafel 4 für Dg-Eingruppenzüge.

	t	t <sub>z</sub>	a %	b %	c %	1/a''	1/b''	1/c''	T' = 60 T <sub>s</sub>	A Züge	B Züge		C Züge	N Σ Wagen A	n % . N Σ Wagen a % . A Gegenausfahrten	Gegenausfahrten δ %
			a'	b'	c'						a' . A	b' . B				
Anlage I 3 Untergruppen	—	10	0	0	0	1/10	1/10	1/10	1080	108	—	108	108	19440	—	0
			0	0	0						—	—				
	9	10	0	0	1	1/10	1/10	1/19	„	108	—	108	57	16400	3400	21
			0	0	9						—	—				
11,5	10	0	1	1	1/10	1/21,5	1/21,5	„	108	—	50	575	23	10880	4380	40
		0	11,5	11,5						—	—					
11,5	10	1	1	1	1/21,5	1/21,5	1/21,5	„	50	575	23	265	12	5100	5100	100
		11,5	11,5	11,5						—	—					
Anlage I 2 Untergruppen	—	10	0	0		1/10	1/10		„	108	—	108	—	12960	—	0
			0	0				—			—					
	9	10	0	1		1/10	1/19		„	108	—	57	—	9900	3400	34
			0	9				—			—					
11,5	10	1	1		1/21,5	1/21,5		„	50	575	23	—	4380	4380	100	
		11,5	11,5				—			—						
Anlage I 1 Gruppe	—	10	0			1/10			„	108	*) m = 60 Wagen/Zug		—	6480	—	0
			0				—	—								
9	10	1			1/19			„	57			—	3400	3400	100	
		9				—	—									

Mit Rücksicht auf eine bessere Ausnutzung der Belegschaft sollen die Leistungswerte für  $\delta\%$  Gegenausfahrten, wie in Gl. 19) erläutert, gleichfalls durch Multiplikationen mit  $r = (100 + \eta)/2$  vermindert werden.

2. Zugbildungsleistung bei Ausfahrt auf einer Schleife.

Bei Ausfahrt auf einer Schleife ist außer der täglichen Arbeitszeit  $T_s$  nur die Zugbildungszeit  $t_z$  maßgebend, und somit die Leistung für  $m = 60$  Wagen/Zug:

Bei 1 Zugbildungsgruppe 18 Std. 60' · 60/10' = 6500 Wagen  
 „ 2 „ „ „ = 13000 Wagen  
 „ 3 „ „ „ = 19500 Wagen

Diese Leistungen sind gleichfalls in Bild 9 dargestellt. Hierbei sind diese Leistungen wie die Werte infolge  $\delta = 0\%$  Gegenausfahrten. Die Verringerung der Merkzeichenentfernung hat nur geringen Einfluß. Die Ausnutzung der Arbeitskräfte beträgt hier ebenfalls 100%.

G. Sicherheit durch Bremsen.

Zur Sicherung der im Sperrstreckenabstand abrollenden

Wagengruppen gegen gegenseitiges Auflaufen bei der hohen Geschwindigkeit  $v = 2,5$  m/s einerseits und Störungen der Zuggegenausfahrten andererseits sind für jede Untergruppe der einzelnen Zugbildungsanlagen Balkenbremsen vorgesehen. Diese Sicherung kann auch durch eingebaute Sandgleise wie bisher erreicht werden, wobei aber der Merkzeichenabstand  $M$  wohl etwas größer wird. Das setzt jedoch voraus, daß die entsprechende Weiche in der Gefahr bei einem derartig angestregten Betrieb noch rechtzeitig umgestellt werden kann.

Mit Hilfe von Balkenbremsen wird man jedoch immer in der Lage sein, die Wagenfolge richtig zu regeln und bei etwaigem Versagen der Mannschaft die Wagengruppe mit der Gleisbalkenbremse rechtzeitig selbsttätig zum Halten zu bringen.

II. Zusammenfassung.

In der Zahlentafel 5 ist die Lösung der Gesamtaufgabe für die eingangs angegebenen Zahlenwerte durchgeführt, und zwar mit Hilfe der Leistungstafeln für Eingruppenzugbildung, Bild 9 für Mehrgruppenzugbildung Bild 7 und für Nahgüterzugbildung Bild 8.

Zahlentafel 5.

Zugbildungsart	Anlage	Einzelleistungen L Wagen pro Tag	Gegen- Fahrten $\delta\%$	Siehe Bild	Anlage mit Gegen- ausfahrgleisen Zahl der Gruppen	Anlage mit Schleife Zahl der Gruppen
Durchgangs-Eingruppen-Zug . . .	I	10 000	20 %	9	2	2
Durchgangs-Mehrgruppen-Zug . .	II	10 000	30 %	7	4	2
Nahgüterzug . . . . .	III	5 000	40 %	8	4	3
—	zus.:	25 000	—	—	10	7

Hierbei ergibt sich, daß mit sieben Zugbildungsuntergruppen und Ausfahrt nach der Gegenrichtung auf einer Schleife dieselbe Zugbildungsleistung von täglich 25000 Wagen erreicht werden kann wie mit zehn Zugbildungsuntergruppen auf einer Anlage mit Gegenausfahrleis.

Aus dem Verlauf der Kennlinien für die Zugbildungsleistung in Abhängigkeit von  $\delta\%$  Gegenausfahrten und denen für Ausfahrt auf einer Schleife ergibt sich, daß die Anlage mit Schleifenausfahrt bei höheren Leistungen unbedingt der Anlage mit Gegenausfahrten vorgezogen werden muß.

Hinzu kommt die wesentlich bessere Ausnutzung sowohl der Rangiermannschaft, als auch der übrigen Abfertigungsgruppen bei Gegenausfahrt auf einer Schleife.

Bei Ausfahrt auf einer Schleife sind demnach keinerlei Hindernisse mehr vorhanden infolge störender Gegenausfahrten, die den Betriebsstrom hemmen und unterbrechen, sondern es reiht sich wie beim Fließbetrieb eine Wagengruppe an die andere.

Bei den gegenwärtigen Zugbildungsanlagen auf Gefällbahnhöfen werden die Zugbildungsarbeiten für Mehrgruppenzüge und Nahgüterzüge auf einer einzigen Anlage durchgeführt.

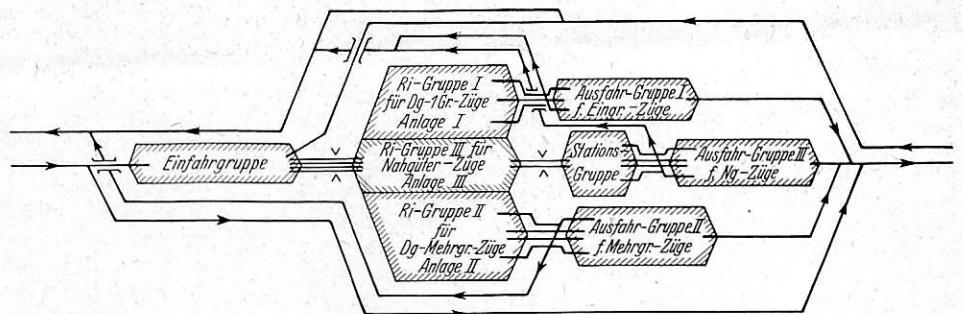


Bild 10. Gefällbahnhof hoher Leistung für Gegenausfahrten gegen die Ablaufrichtung.

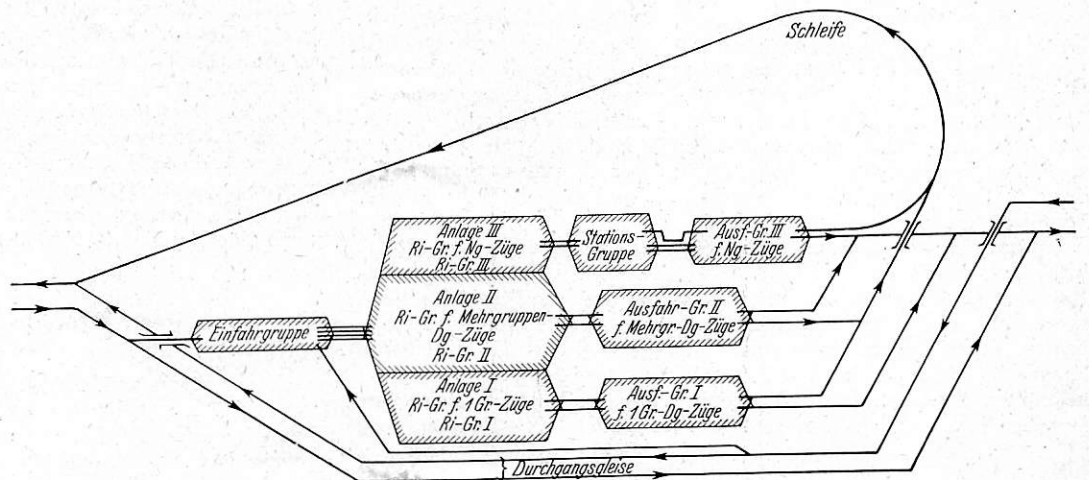


Bild 11. Gefällbahnhof hoher Leistung bei Gegenausfahrt über eine Schleife.

Beide Zugarten durchfahren die Stationsgruppe und gelangen von dort in die Ausfahrgruppe. Vielfach werden die Eingruppen-

züge um die Stationsgleise herumgeführt und in dieselbe Ausfahrgruppe abgelassen. Dies ist bei den gegenwärtigen Leistungen von 2000 bis 8000 Wagen/Tag auch ohne weiteres möglich.

Bei Vergrößerung der täglichen Leistung auf rund 25000 Wagen ergeben sich jedoch ganz andere Verhältnisse.

Wie aus Zahlentafel 5 hervorgeht, sind z. B. bei einer Anlage mit Gegenausfahrgeleis allein je vier Zugbildungsuntergruppen für Mehrgruppen- und Nahgüterzüge entsprechend den angenommenen Teilleistungen notwendig. Hierbei läßt sich der Mehrgruppenbildungsstrom nicht auch noch durch die Stationsgleise hindurchführen, so daß sich dadurch zwangsläufig eine Trennung der Anlagen ergibt. Die Anlage für Eingruppenzugbildung ist sowieso schon besonders vorgesehen.

In gleicher Weise sind Ausfahrgruppen für jede Anlage vorgesehen und möglichst nahe an die entsprechenden Richtungsgruppen gelegt, um unnötige Längenentwicklungen der Teilanlagen zu vermeiden.

## Rundschau.

### Triebgestell mit bogenläufiger Laufachse.

In eigenartiger Weise gestaltet Dr. Rónai (Budapest) die führende Achse eines dreiachsigen Triebgestelles zu einer bogenläufigen Achse aus. Geometrisch bewegt sich diese Achse um einen ideellen, gegen die Drehgestellmitte zu liegenden Drehpunkt. Während aber in solchen Fällen die Führung nach der Bauart Adams durch kreisbogenförmige Gestaltung der Achslagergehäuse und ihrer Führungen erreicht wird, ordnet Rónai an den Enden der Tragfedern dieser Achse kugelförmig gelagerte, lotrechte Hängeisen derart an, daß das am äußeren Tragfederende angreifende Hängeisen eine größere Länge besitzt, als das am inneren Ende. Die Längen stehen in einem solchen Verhältnis, daß durch den größeren Weg, den das äußere Ende gegenüber dem inneren Ende machen muß, die Bogeneinstellung der Achse herbeigeführt wird. Die Anordnung wirkt also ähnlich, wie bei den verschiebbaren Mittelachsen der Vereinslenkachsen dreiachsiger Wagen, nur eben mit dem Unterschied, daß nicht eine reine seitliche, sondern eine bogenförmige Seitenverschiebung zustandekommt. Die Tragfedern bleiben dabei parallel der Radebene. Es wird hierdurch auch eine Rückstellung ausgeübt und die Laufachse an der Führung des Gestelles in einem durch die Länge der Hängeisen bestimmten Maße beteiligt. Die Tragfedern werden bei dieser Anordnung an ihren Enden von waagerechten Kräften, also auf Verdrehung beansprucht und müssen hierbei gegen Abkippen von den Achslagergehäusen gesichert sein. Derartige Beanspruchungen sind jedoch auch bei den oben erwähnten Mittelachsen dreiachsiger Wagen vorhanden, ebenso bei den Wiegenfedern des Görlitzer Drehgestelles.

Eine erweiterte Konstruktion bedeutet die Anordnung der Laufachse in einem besonderen Rahmen mit eigener normaler Federanordnung, bei dem die gewünschte Lenkung durch ungleiche, in der Rahmenlängsmittle angreifende Hängeisen für die Übertragung des Wagenkastengewichtes bewirkt wird.

Bei den beschriebenen Anordnungen kann möglicherweise ein schlingender Lauf eintreten. Rónai glaubt dieses Schlingern durch entsprechende Bemessung und Ausbildung der Hängeisen-Kugelfellenke wirksam abzdämpfen.

Bemerkt sei noch, daß, wenn aus Gründen der zulässigen Radbelastung dreiachsige Triebgestelle ausgeführt werden, in der Regel die beiden Endachsen angetrieben werden, die Tragachse also in der Mitte liegt. Rónai rückt in einem Triebwagengestell die beiden angetriebenen Achsen zusammen und verbindet sie mit einem langen, an einem geeigneten Punkt durch das Drehgestellgewicht belasteten Langhebel; die Laufachse, die auch einen kleineren Durchmesser hat, ist außen angeordnet, wie beschrieben als führende oder als Schleppachse ausgebildet.

### Schmalspurdieselszüge für Jugoslawien.

Zu dem bereits auf Seite 134 des vorigen Jahrganges des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. gebrachten Bericht über die neuen Dieselszüge der Jugoslawischen Staatsbahn für die 685 km lange Strecke

Wie eingangs erwähnt, sind somit die Betriebszusammenhänge aufgezeigt, die sich bei Erhöhung der Leistungen ergeben. Bei Wahl anderer Zugbildungszeiten  $t_z$  und Ausfahrzeiten  $t$  ergeben sich natürlich etwas andere Leistungswerte, wobei  $t_z$  beeinflußt werden kann durch die Wagenzahl  $n$ , Wagengruppenzahl  $m$ , Sperrstrecke  $S$ , Geschwindigkeit  $v$ , Neigungsverhältnisse  $s \text{ ‰}$  und allenfalls durch Berichtigungsgrade.

Infolge der an verschiedenen Stellen zur klareren Erfassung der Zusammenhänge eingeführten Mittelwerte können selbstverständlich die tatsächlich erreichbaren Leistungen mehr oder weniger von den angegebenen Leistungskurven abweichen. Dies wird aber an dem grundsätzlichen Verlauf der Leistungskurven nichts ändern.

In jedem Fall zeigen die formelmäßig erfaßten Betriebsvorgänge, daß die Durchführung von Gegenausfahrten bei hohen Leistungen schwierig und wirtschaftlich untragbar wird, so daß in diesem Fall die Gegenausfahrten über eine Schleife laufen müssen.

Beograd—Sarajewo—Dubrownik nebst Abzweigung Sarajewo—Bosanski Brod (268 km) seien hier noch einige Angaben nachgetragen. Diese betreffen die Schwierigkeiten, die sich bei der baulichen Durchbildung der Fahrzeuge infolge der geringen Spurweite von nur 760 mm ergeben. Hierdurch erreicht das Verhältnis der Wagenkastenbreite von 2400 mm zur Spurweite den ungewöhnlichen Wert von 3,16 (bei Regelspur Höchstwert 2,19), das der Höhe von 3260 mm zur Spurweite 4,29 (bei Regelspur etwa 2,5).

Um hierbei nun eine genügende Standsicherheit der Fahrzeuge sowohl beim Lauf durch Gleisbogen als auch gegen Windangriff (Borasturm) zu sichern, waren folgende Bedingungen anzustreben:

1. Möglichste Verbreiterung des Querabstandes der Abfederung.
2. Möglichst geringe Höhe des Schwerpunktes über Schienenoberkante bei gleichzeitiger Verringerung des Abstandes zwischen der Stützebene der Tragfedern und dem Schwerpunkt des Fahrzeuges.

Daher ist der Wagenkasten der Fahrzeuge in die einheitliche Tragkonstruktion einbezogen, wobei die oberen Teile des Kastens möglichst leicht ausgebildet sind. Die Aufhängung der Motoren an einem Hilfsrahmen in Fahrzeugmitte dient dem gleichen Zwecke. Weiterhin sind bei den Triebwagen die Hilfsmaschinen, bei den Beiwagen die Speicherbatterien unter dem Wagenfußboden aufgehängt. Schließlich wurde die gesamte Bremsausrüstung in die Drehgestelle verlegt.

Um den Querabstand der Abfederung groß zu halten, ist bei den Drehgestellen von der Anordnung einer besonderen Wiege abgesehen worden. Der Wagenkasten stützt sich in einem mittleren Drehteller und zwei seitlichen Gleitbacken auf die Gestelle. Um trotz des Fehlens der Wiege eine weiche Abfederung der Fahrzeuge und große Laufruhe zu erhalten, sind in die Gehänge der über den Achslagern angeordneten Blattfedern noch Schraubenfedern eingeschaltet. Der Querabstand der Federung beträgt dabei 1200 mm, also das 1,58fache der Spurweite.

Durch diese Maßnahmen gelang es, den Schwerpunkt bei den Triebwagen auf 1200 mm über S.O., bei den Beiwagen auf 1400 mm über S.O. zu senken, während er bei den gewöhnlichen Personenzugwagen der Bahn auf etwa 1550 mm über S.O. liegt.

Dr. W. Lübsen, VDI.

### Untersuchungen über den Bogenlauf einer elektrischen Lokomotive.

Die elektrische Lokomotive Gruppe E 326 der italienischen Staatsbahnen mit der Achsanordnung  $2' C_0 2'$  wurde für Schnellzüge, die bis zu 130 km/h erreichen müssen, gebaut. Da sich in letzterer Zeit bei den höchsten Geschwindigkeiten Unregelmäßigkeiten im Lauf zeigten, wurde die zulässige Geschwindigkeit auf 100 km/h begrenzt. Dies war jedoch auf die Dauer nicht angängig, weshalb man nach der Ursache der Unruhe des Laufes forschte.

Der feste (Treib-)Achsstand von 5 m und der Raddurchmesser von 2050 mm sind bei dieser Lokomotive besonders groß. Die

Drehgestellzapfen haben nach jeder Seite 150 mm Spiel, die Treibachsen nur die zulässigen Toleranzen zwischen Achsschenkel, Lagerschalen, Achslagergehäuse und dessen Führung, nämlich zusammen mindestens 3,85 mm im neuen Zustand und 11 mm im abgenützten. Später wurden an einigen Lokomotiven die Spurkränze der mittleren Treibachse um 7 mm geschwächt, so daß das Seitenspiel dieser Achse zwischen  $\pm 9$  mm (neu) und  $\pm 12,5$  mm (abgenützt) liegt.

Die Spurerweiterung beträgt bei den italienischen Staatsbahnen für Normalspur:

30 mm in Gleisbogen unter 300 m Halbmesser
25 " " " von 300 bis 325 m Halbmesser
20 " " " " 325 " 350 " "
15 " " " " 350 " 375 " "
10 " " " " 375 " 425 " "
5 " " " " 425 " 485 " "
0 " " " " über 485 m Halbmesser.

Sie ist also wesentlich größer als bei der Deutschen Reichsbahn, wo bekanntlich über 300 m Halbmesser eine Spurerweiterung überhaupt nicht mehr ausgeführt wird und die größte Spurerweiterung (in Bogen unter 160 m Halbmesser) nur 15 mm beträgt.

Läßt man mit Rücksicht auf die Spurkränzdrucke noch eine Einstellung der Lokomotive zu, bei der die erste Treibachse am äußeren, die zweite und dritte Treibachse am inneren Schienenstrang anliegen, so kann die Lokomotive bei 3,85 mm gesamtem Seitenspiel der Treibachsen noch Gleisbogen von 142 m Halbmesser und zuzüglich 7 mm Spurkränzschwächung an der Mittelachse solche von 108 m Halbmesser durchfahren. Die Anlaufwinkel der ersten Achse sind dabei  $1^{\circ}31'$  bzw.  $1^{\circ}51'$ .

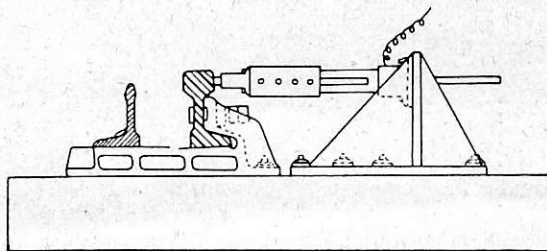


Bild 1. Vorrichtung zur Messung der Schienenverdrückung.

Die Untersuchung der Einstellung der Lokomotive in der italienischen Weiche F. S. tg 0,12 (Ablenkwinkel  $1^{\circ}45'$  mit anschließendem Bogen von  $R = 150$  m) nach Vogel zeigt, daß die mittlere Achse nach jeder Seite 17,1 mm Spiel haben müßte. Beim Durchgang je einer Lokomotive mit 3,85 mm gesamtem Spiel der Achsen und mit normalem bzw. mit geschwächtem (7 mm) mittleren Spurkranz wurde mittels des in Bild 1 dargestellten, elektrischen Meßapparates an fünf Punkten die Verdrückung der Schiene bei Geschwindigkeiten von 10 bis 30 km/h gemessen. Außerdem wurde mit einer Lokomotive ohne Spurkränzschwächung im Schritt durch die Weiche gefahren, nachdem die Innenschiene auf 3 m Länge von der Befestigung auf den Schwellen gelöst war. Die Übertragung der Schienenausweichung auf den Oszillographen erlaubte die Auffindung derjenigen Stellung der Lokomotive, welcher die größte Verdrückung der Schiene zugeordnet ist. Diese größten Beträge erreichten Werte bis 4 mm ohne und bis 2,5 mm mit Spurkränzschwächung und lassen auf bedeutende Seitenkräfte schließen. Dabei ist es fast ohne Einfluß, ob die Lokomotive allein oder mit gebremsten Wagen durch die Weiche läuft. Die Ausmaße der Verdrückungen ändern sich mit der Geschwindigkeit, und zwar nehmen sie an der führenden Treibachse zu. Bei gelöster Schienenbefestigung erreichte die Verdrückung 10 mm. — In Anbetracht der großen Horizontalkräfte zwischen Schiene und Spurkranz ist auch eine Verformung der Radsätze zu erwarten. Genaue Messungen ergaben gegenüber dem Lauf in der Geraden eine Verminderung des Abstandes der Innenflächen der Radreifen um 4 bis 5 mm an den drei Treibachsen ohne Spurkränzschwächung und um 0 bis 2 mm an den drei Treibachsen, deren mittlere geschwächte Spurkränze hat. Diese Verengung der Spurweite des Fahrzeuges muß sich in einer Verbiegung der Radsterne und der Achsen auswirken. Messungen am Lokomotivrahmen zeigten, daß

er sich in der Weiche ebenfalls durchbog, allerdings auf eine Länge von 15,1 m nur mit einem Biegungsmaß von 2 bis 3 mm oder im Bereich des festen Achsstandes von 5 m mit einem Pfeil von nur 0,33 mm. Auf die Rahmenverbiegung braucht somit bei Ermittlung der Kurveneinstellung keine Rücksicht genommen werden. Auch die Versuche zeigten, daß die Spurkränzschwächung von 7 mm für die Fahrt durch die Weiche nicht ausreichend war, sondern, wie erwähnt, 17,1 mm betragen müßte. Berücksichtigt man, daß die Schiene um 2 mm und ebenso das Rad um 2 mm elastisch verbogen werden kann, so ist eine Ausweichung der Mittelachse um insgesamt  $2 \times (17,1 - 4) = 26,2$  mm oder um 13,1 mm nach jeder Seite nötig. Mit weiterer Rücksicht auf die Lagerspiele der ersten und dritten Treibachse wurde die Mittelachse mit 30 mm Gesamtverschiebung, also 15 mm nach jeder Seite ausgeführt. Die Lokomotive ist dann auch imstande Gleisbogen von 96 m Halbmesser zwanglos zu durchfahren, wobei der Anlaufwinkel der ersten Treibachse den zulässigen Höchstwert von  $2^{\circ}$  noch nicht überschreitet. Die Ergebnisse einer so geänderten Lokomotive sind befriedigend.

Die Untersuchung von Lokomotiven in den Werkstätten ergab, daß nach etwa 60 000 km Laufstrecke das zulässige Spiel von 5 mm zwischen Achsschenkel und Lagerschale fast stets überschritten war und Beträge bis zu 11 mm angenommen hatte. Auch diese Tatsache weist auf die Notwendigkeit einer größeren Beweglichkeit der Mittelachse hin.

In überhöhten Gleisbogen, d. h. in windschiefer Gleislage, bemerkte man eine Neigung der führenden Achsen der Lokomotive die Außenräder zu entlasten. Dies war zurückzuführen auf die Art der Auflagerung des Hauptrahmens auf die Drehgestellrahmen, welche eine Verdrehung der Rahmen gegeneinander nicht erlaubte, so daß die Drehgestellrahmen immer die gleiche Ebene einnehmen mußten wie der Hauptrahmen. Auf einer Überhöhungsrampe von 3 v. T. fand man, daß die Außenräder des Drehgestells je Rad um 1,7 t, d. h. rund 25% des Raddruckes von 6,7 t entlastet wurden. Abhilfe wurde auf bekannte Weise dadurch geschaffen, daß man die seitlichen, ebenen Stützzapfen und Stützpfannen durch einen mittleren Kugelstützpfannen ersetzte.

Riv. tecn. Ferr. ital. März 1940.

Schn.

### Neuere Antriebe bei elektrischen Triebfahrzeugen.

Im Bau von elektrischen Lokomotiven und Triebwagen hat sich heute der Einzelachsantrieb mit im Rahmen festgelagertem Motor, mit Zahnradübersetzung und Hohlwelle fast ausschließlich durchgesetzt. Dabei herrschen für die zwischen dem großen Zahnrad und dem Treibrad zum Ausgleich des Federspieles zwischen Motor und Treibachse erforderlichen Kupplungen solche mit Federgliedern gegenüber den reinen Gelenkkupplungen vor. Letztere sind insbesondere wegen ihrer durch die starke Abnutzung der einzelnen Gelenke bedingten höheren Unterhaltungskosten zurückgetreten. In der Schweizer Bauzeitung vom 30. März 1940 wird von Dr. Sachs ein kurzer Überblick über solche Antriebe gegeben.

Die heute üblichen Federantriebe gehen fast alle auf den bekannten Federtopftrieb von Kleinow zurück, der bei den Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn in großer Zahl verwendet wird und sich dort ausgezeichnet bewährt hat. Die Aufgabe, diese Antriebsform auch den bei Triebwagen üblichen kleinen Raddurchmessern und beschränkten Raumverhältnissen anzupassen, führte zu einer Anzahl von Bauarten, die sich vom Vorbild und untereinander hauptsächlich durch die Gestaltung der Einzelteile und ihre gegenseitige Anordnung unterscheiden.

Bei dem Antrieb für den Doppelschnelltriebwagen el T 1902 der Deutschen Reichsbahn für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit tragen die Treibräder von 950 mm Durchmesser vier Federtöpfe, während die Mitnehmer auf den Endflanschen der Hohlwelle sitzen.

Der Antrieb der Maschinenfabrik Oerlikon hat bei einem Raddurchmesser von nur 900 mm einen auf die Radnabe aufgezogenen besonderen Mitnehmerstern. Die fünf zwischen den Mitnehmern eingespannten Federsätze mit ihren Töpfen sind im Gegensatz zur vorigen Ausführung auf der Hohlwelle befestigt. Diese Ausführung gestattet die Verwendung gewöhnlicher listenmäßiger Radsätze, auch solcher in Leichtbauweise, für die angetriebenen Achsen.

Die Bauart Sécheron ist, wohl zur Verringerung der Bauhöhe, durch die Einschaltung von besonderen Stösseln mit kugelförmigen Enden, die von beiden Seiten bis nahe zur Mitte des Federtopfes reichen, gekennzeichnet. Die Mitnehmer sitzen entweder auf einem auf der Achse aufgezogenen Mitnehmerstern oder unmittelbar an den entsprechend ausgebildeten Speichen der Treibräder.

Brown-Boveri verbindet den Hohlwellenantrieb mit der alten Tatzlageranordnung, indem die Federsätze unmittelbar in das große Zahnrad eingebaut werden, wobei die Arme eines Mitnehmersternes zwischen je zwei Federtöpfe greifen. Die Kraftübertragung erfolgt also in vorteilhafter Weise in der Ebene des großen Zahnrades und außerdem ist eine leichte Schmierung des Antriebes durch die Zahnradschmierung gegeben. Das Drehmoment wird federnd übertragen, das Motorgewicht ruht aber zu einem Teil unabgedeutet auf der Achse.

Der bei den Italienischen Staatsbahnen eingeführte Antrieb von Bianchi mit radial stehenden Blattfedern wurde für kleine Raddurchmesser so abgeändert, daß die in den Endflanschen der Hohlwelle sitzenden Federbündel von Klauen umfaßt werden, die mit den Treibrädern fest verbunden sind.

Der ebenfalls von Brown-Boveri entwickelte Federscheibenantrieb besitzt zwei ringförmige Federscheiben und zwei Hohlwellen, von denen die äußere vom Motor angetrieben wird. Die Kraftübertragung geht von der äußeren Hohlwelle über die auf der einen Seite sitzende Federscheibe auf die innere Hohlwelle und von dieser über die zweite auf der anderen Seite sitzende Federscheibe auf den Treibradsatz. Durch Einschaltung der biegsamen Federscheiben sind geringe durch die Gleisunebenheiten bedingte Lagenänderungen des Radsatzes gegenüber der im Rahmen gelagerten äußeren Hohlwelle möglich. Auf eine federnde Übertragung des Drehmomentes ist anscheinend verzichtet. Die Bauart besitzt keine dem Verschleiß unterworfenen Teile. Die Anordnung zweier ineinander gelagerter Hohlwellen ist jedoch als Nachteil zu betrachten.

Verschiedentlich sind auch Bauarten mit parallel zur Wagenlängsachse aufgehängten Motoren und Kraftübertragung durch Kardanwelle und Kegeleäder ausgeführt worden.

Von den reinen Gelenkantrieben sei die Bauart Als-Thom erwähnt, die aus zwei Gruppen von Hebeln, die im rechten Winkel versetzt sind, besteht. In den Gelenken der Hebel sind Gummi-klötze eingeschaltet. Die beiden Hebelgruppen sind durch einen die Achse umgreifenden Lenker miteinander verbunden. Die Anordnung im einzelnen ist aus der Quelle nicht zu entnehmen. Der Radsatz wird von einem Drillingsmotor angetrieben, womit die Verhütung des Radschleuderns zu teuer erkauft ist, wie die Quelle bemerkt.

Die an sich bei elektrischen Fahrzeugen leicht durchführbare Steigerung der Höchstgeschwindigkeit bis auf 180 km/h hat auf dem Gebiet der Abbremsung eine Aufgabe gestellt, die bisher, wie Dr. Sachs anfügt, nur zum Teil befriedigend gelöst werden konnte.

Dr. W. Lübsen, VDI.

Schweiz. Bauztg.

### Kondens-Lokomotiven für Argentinien.

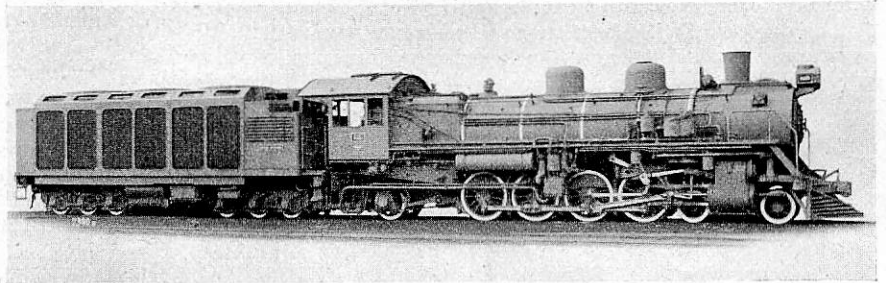
Die Argentinischen Staatsbahnen haben auf vielen ihrer Strecken mit äußerst schlechten Speisewasserverhältnissen, teilweise auch mit völliger Wasserarmut zu kämpfen. Daher finden alle Maßnahmen, die geeignet sind, den Wasserverbrauch im Lokomotivbetrieb zu vermindern, bei dieser Verwaltung vollste Beachtung. Im Jahre 1931 gelangte eine von Henschel entwickelte 1'D 1' h 2 G-Lokomotive mit 130 m<sup>2</sup> Heizfläche und Kondensereinrichtung für den Abdampf zur Einführung (Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1932, S. 351). Diese Lokomotive hat sich sehr gut bewährt, so daß bei einer 1937 erfolgten Bestellung von 30 Stück 2'D 1'-Lokomotiven die Firma Henschel den Auftrag erhielt, sechs Stück mit Einrichtung zur Speisewasserrückgewinnung auszurüsten.

Diese neuen Maschinen für die Argentinische Schmalspur gebaut, weisen gegenüber der Erstaussführung eine Anzahl von Neuerungen auf. Der Fortfall des Blasrohrs erfordert die Anordnung eines besonderen Saugzuggebläses in der Rauchkammer.

Während der Antrieb desselben bei der Erstaussführung durch eine besondere Frischdampfturbine erfolgte, ist bei den neuen Lokomotiven hierfür eine Abdampfturbine vorgesehen, die die Lüfter über Kegeleäder antreibt. Hierdurch wird neben einer beträchtlichen Dampfersparnis auch eine selbsttätige Regelung des Saugzuges in Abhängigkeit von der Lokomotivleistung erreicht. Zum Anheizen dient eine besondere Frischdampfdüse. Außerdem ist eine Nachregelung der Saugleistung durch ein besonderes Ventil möglich. Nach Durchströmen der Saugzugturbine gelangt der Abdampf in einer an der linken Kesselseite gelegenen Leitung zu der auf dem Tender untergebrachten Niederschlagseinrichtung.

Die Niederschlagseinrichtung erforderte eine besonders sorgfältige Durchbildung. Abgesehen davon, daß die niederschlagende Dampfmenge gegenüber der Erstaussführung erheblich gestiegen ist, ist auch für ihre Entwicklung das heiße Klima, in dem die Lokomotive verkehrt, zu berücksichtigen. Es kommen hier im Sommer Wärmegrade bis zu 40° im Schatten vor, bei der ein vollständiger Dampfniederschlag ohne unwirtschaftlich große Abmessungen der Anlage gewährleistet sein muß. Bei einer Abdampfmenge von 11 t/h beträgt zum Beispiel unter diesen Umständen die erforderliche Kühlluftmenge rund 140 m<sup>3</sup>/s.

Wegen des großen erforderlichen Querschnittes ist die Abdampfleitung zwischen Lokomotive und Tender geteilt. Auf dem Tender durchströmt der Dampf zunächst einen reichlich bemessenen Entöler, sodann die Abdampfturbine zum Lüfterantrieb



Kondens-Lokomotive für Argentinien.

und tritt schließlich in den eigentlichen Kondensator ein. Dieser besteht aus zwölf Elementengruppen, durch welche drei Lüfter die Kühlluft saugen. Die drei Lüfter werden über Kegeleäder von der Abdampfturbine angetrieben, so daß auch hier eine unmittelbare Abhängigkeit zwischen Kühlerleistung und Abdampfmenge besteht.

Durch geschickte Abstimmung aller in Betracht kommenden Teile ist erreicht, daß der voll ausgerüstete Tender der Kondenslokomotive sogar noch etwas leichter ausgefallen ist, als der Tender der gewöhnlichen Auspufflokomotive. Um im Winter die Kühlerleistung der Lüfter herabzusetzen, ist noch ein besonderes Umgehungsventil in die Dampfleitung der Lüfterturbine eingeschaltet. Auch die Entölung des Wassers ist gegenüber der Erstaussführung noch weiter verbessert, indem das Kondensat über zwei große Beruhigungsfilter geleitet wird. Auch bei niedrigem Kondensatstand ist dafür gesorgt, daß auf der Wasseroberfläche schwimmendes Öl nicht in die Pumpenausleitung gelangen kann. Zur Rückspeisung dienen zwei Pumpen von je 350 l/min. Leistung, wobei für störungsfreies Fördern auch heißen Kondensates gesorgt ist. Unvermeidliche Wasserverluste werden, um im Kreislauf völlig reines Wasser zu haben, durch einen besonderen mit Frischdampf beheizten Verdampfer ersetzt, dessen Schwaden in den Kondensator eingeleitet wird.

Über die sonstige Ausbildung der Lokomotive, die die Abbildung zeigt, sei erwähnt, daß in die Feuerbüchse zwei Wasserkammern eingebaut sind. Der Brenner der Ölfeuerung ist am Vorderende des Stehkessels angeordnet. Die Hauptabmessungen sowohl der gewöhnlichen als auch der Kondenslokomotive sind nachstehend aufgeführt:

	Kondens-	Auspuff-
	Lokomotive	
Achsanordnung . . . . .	2'D 1'	
Spurweite . . . . .	1000 mm	
Zylinderdurchmesser . . . . .	500 „	

	Kondens-	Auspuff-
Kolbenhub . . . . .	Lokomotive	
Treibraddurchmesser . . . . .	609 mm	
Achsstand . . . . .	1270 „	
Rostfläche . . . . .	9880 „	
Heizfläche fb. . . . .	4,1 m <sup>2</sup>	
Überhitzerfläche . . . . .	250,0 „	
Dampfdruck . . . . .	55,5 „	
Leergewicht . . . . .	14 atü	
Dienstgewicht . . . . .	74,2 t	69,9 t
	83,9 t	79,5 t
	Tender	
Achsanordnung . . . . .	3'3'	
Achsstand . . . . .	8085	7200
Brennöl-vorrat . . . . .	10,3 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>
Rohwasservorrat . . . . .	10 „	28 „
Kondensat . . . . .	1,5 „	—
Leergewicht . . . . .	44,3 t	30,5 t
Dienstgewicht . . . . .	65,5 „	68,8 „
Gesamtachsstand von Loko-		
motive und Tender . . . . .	20955 mm	19780 mm.

Dr. W. Lübsen, VDI.

Nach d. Zeitschr. „Die Lokomotive“, Juni 1940.

### Triebwagen mit Dampftrieb.

Gegenüber der teilweise fast stürmischen Entwicklung, die der Triebwagen mit Verbrennungskraftmaschine innerhalb der letzten beiden Jahrzehnte genommen hat, ist der Dampftrieb im Triebwagenbau fast vollkommen in den Hintergrund getreten. Trotzdem weist derselbe jedoch eine Reihe von Vorteilen auf, die ihn bei zweckmäßiger Durchbildung auch unter heutigen Betriebsbedingungen als wettbewerbsfähig erscheinen lassen. Allerdings muß sich dabei der Dampftrieb von seinem Entwicklungsursprung als bauliche Vereinigung von Kleinlokomotive und Personenwagen lösen und neuzeitliche Baugrundsätze der Triebwagen, insbesondere auch die des Leichtbaues berücksichtigen.

Vor einer Reihe von Jahren ist an dieser Stelle (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1934, Heft 8) eingehend über einen Versuchstriebwagen von 150 PS-Leistung mit Dampftrieb nach dem Doble-

Verfahren berichtet worden. Aufbau und Wirkungsweise dieser Anlage können also als bekannt vorausgesetzt werden. Sie hat im allgemeinen die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt. Soweit Anstände durch Kesselschäden aufgetreten sind, liegen diese in der Neuheit des Aufbaues, in mangelnder Abdampfung, zu hohen Temperaturen und zu hohen Wärmebeanspruchungen des Werkstoffes begründet. Andererseits ist sie aber durch geringe Betriebsgeräusche und schnelle Betriebsbereitschaft ausgezeichnet.

Es liegt nun aber im Aufbau des Doble-Kessels begründet, daß es bisher noch nicht gelungen ist, diesen über eine Leistung von 150 PS hinaus zu entwickeln. Diese Leistung reicht jedoch für größere Triebwageneinheiten nicht mehr aus. Man ist daher dazu übergegangen, vierachsige Triebwagen mit zwei Kesseln von je 150 PS auszurüsten, die quer zur Fahrzeugachse über dem einen Drehgestell angeordnet sind, während die beiden Dampfmaschinen in dem anderen Gestell liegen und je eine Achse desselben treiben. Ein solches Fahrzeug wurde z. B. auch von der vormals Lübeck-Büchener Eisenbahn eingeführt (Z. VDI 1936, S. 881).

Der Doble-Kessel kann mit Benzin, Spiritus und allen Dieseltreibstoffen betrieben werden. Die Verwendung von Teeröl und anderen minderwertigen Brennstoffen ist bisher noch nicht gelungen. Hierin liegt ein Nachteil der Bauart, besonders dort, wo die Brennstofffrage wegen der Kosten oder der Rohstofflage stark ins Gewicht fällt. Gerade die Möglichkeit, billige Brennstoffe verwenden zu können, ist es jedoch, die dem Dampftrieb auch im Triebwagenbau neue Aussichten eröffnet. Der Firma Borsig ist nun die Entwicklung eines Schwellkoks-dampferzeugers von rund 300 PS-Leistung gelungen, der im übrigen Aufbau sich an den Kreislauf des Doble-Kessels anlehnt und leicht in einem Triebwagen untergebracht werden kann. Die Anlage ist lediglich etwas träger in der Regelung als der Doble-Kessel, im übrigen zeigt der damit ausgerüstete vierachsige Triebwagen die gleichen Eigenschaften, wie der Doble-Wagen.

In diesem Zusammenhange sei auch auf das vom Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat vor fünf Jahren veranstaltete Preisausschreiben für kohlengefeuerte Dampftriebwagen hingewiesen, über das bereits an anderer Stelle ausführlich berichtet wurde (Z. VDI 1936, S. 567).

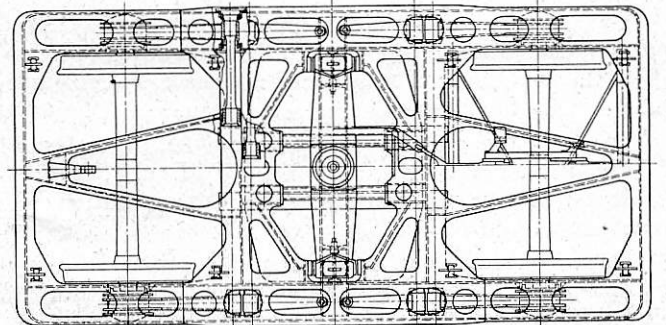
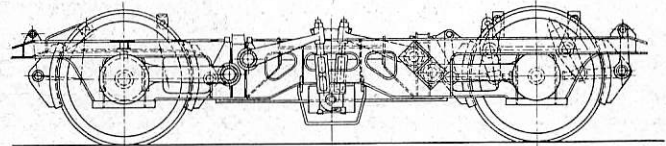
Dr. W. Lübsen VDI.

Nach Glasers Ann. 1940, S. 127.

## Nachtrag und Berichtigung.

Zum Aufsatz „Über den Dampfverbrauch der Lokomotive“ in Heft 13 schreibt uns der Verfasser: „Es könnte der Eindruck entstanden sein, daß die zum Beginn des Aufsatzes angeführte Formel für den Dampfverbrauch von mir stamme. Deshalb weise ich darauf hin, daß sie von Herrn Reichsbahnrat Dr.-Ing. Achterberg aufgestellt und im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 86 (1931), S. 480 veröffentlicht worden ist.“

Im Fachheft „Personenwagenleichtbau“, Aufsatz von Dr. Wiens, ist auf Seite 267 unter Nr. 59 ein unrichtiges Bild wiedergegeben worden. Der Verfasser sandte uns nachträglich das richtige Bild, das wir hierneben wiedergeben.



## Verschiedenes.

### Preisausschreiben der Wissenschaftlichen Vereinigung für Verkehrswesen e. V. (WVV).

Eine Zeit, in der das deutsche Volk im Kampf um seine Lebensrechte zum schwersten Waffengang aller Zeiten antreten mußte, fordert in Ausrichtung auf die neuzugestaltende Zukunft gleichzeitig höchsten Einsatz aller geistigen Kräfte. Die starken Empfindungen, die heute jeden Deutschen so tief bewegen, finden ihren würdigsten Ausdruck in dem Bedürfnis,

an dieser großen Entwicklung von seinem Platz aus mitzuwirken.

Das Schaffen der in der WVV vereinten Männer der Wissenschaft und Praxis gilt bewußt einem Arbeitsgebiet von weittragender und ständig wachsender Bedeutung; denn das Verkehrswesen hat nicht nur dem Zweck der lebenswichtigen

Beförderung zu dienen, sondern darüber hinaus wirtschaftliche und kulturelle, also politische Aufgaben zu erfüllen.

Um die Pflege und Förderung des deutschen Verkehrsgedankens gerade jetzt durch verstärkte Forschungsarbeit zu beleben, hat der Leiter der WVV, Staatssekretär im Reichsverkehrsministerium Kleinmann, sich zur Auszeichnung besonders wertvoller Arbeiten ihre Mitglieder entschlossen.

Der Wettbewerb um die ausgesetzten Preise soll zu Arbeiten anregen, die von übergeordneten Gesichtspunkten aus die Lösung der Probleme des deutschen Verkehrswesens zu fördern vermögen.

#### Preise.

Zur Preisverteilung stehen insgesamt  
zehntausend Reichsmark  
zur Verfügung. Für die besten Arbeiten sind  
10 Preise von je tausend Reichsmark  
vorgesehen.

Das Preisgericht kann hinsichtlich Zahl und Höhe der einzelnen Preise von der Ausschreibung abweichen, wenn die besondere Auszeichnung hochwertiger Arbeiten angemessen erscheint, oder nur einen Teilbetrag der Ausschreibung als Preise verteilen oder auf eine Preisverteilung ganz verzichten, falls Anzahl oder Wert der eingereichten Arbeiten nicht den Erwartungen entsprechen.

#### Bedingungen.

1. Die Teilnahme steht jedem Berufskameraden, der mindestens seit dem 1. Januar 1941 Einzelmitglied oder körperschaftlich angeschlossenes Mitglied der WVV ist, zu. Die einzureichende Arbeit kann auch Gemeinschaftsleistung eines aus den vorgenannten Personen gebildeten Arbeitskreises sein; in diesem Falle bleibt die Verteilung eines zuerkannten Preises dem Leiter des Arbeitskreises überlassen.

2. Die Arbeiten sollen der Zielsetzung des Preisausschreibens entsprechen; die Wahl ihrer Themen ist freigestellt. Sie können in folgender, forschender oder aufbauender Art behandelt werden oder auch diese Arbeitsweisen gemeinsam umfassen.

Arbeiten, die bereits an anderer Stelle vorgelegt worden sind, sind zu diesem Preisausschreiben nicht zugelassen. Die eingereichten Arbeiten dürfen an anderer Stelle nicht vor dem 1. Juli 1942 vorgelegt werden.

Die Arbeiten unterliegen hinsichtlich ihres Umfangs und bildlicher Darstellungen keiner Beschränkung (vergl. aber Ziffer 3). Sie sind in Schreibmaschinenschrift anzufertigen und in dreifacher Ausfertigung vorzulegen.

Die Arbeiten müssen spätestens am 31. Dezember 1941, 12 Uhr, in der Geschäftsstelle der WVV, z. Z. Berlin W 9, Potsdamer Straße 37, vorliegen oder einen amtlichen Absendestempel von diesem Tage tragen.

Diese Arbeiten sind mit einem Kennwort zu versehen und dürfen den Namen des Verfassers nicht enthalten. Gleichzeitig mit der Arbeit ist ein verschlossener Umschlag einzusenden, der als Aufschrift das Kennwort der Arbeit trägt und der den Namen des Verfassers sowie dessen eidesstattliche Versicherung enthält, daß er die vorgelegte Arbeit ohne fremde

Hilfe angefertigt habe. Die WVV wird diese Umschläge erst nach der Entscheidung des Preisgerichts öffnen.

3. Um den jungen Berufskameraden im Reichs- oder Staatsdienst einen besonderen Anreiz zur Beteiligung an diesem Preisausschreiben zu geben, hat der Vereinsleiter die Genehmigung des Reichsprüfungsamtes für höhere bautechnische Verwaltungsbeamte erwirkt und strebt eine entsprechende Regelung beim Reichsjustizprüfungsamt an, daß die für dieses Preisausschreiben eingereichten Arbeiten als häusliche Probearbeit für die Staatsprüfung angerechnet werden können. Die WVV wird hierfür vorgesehene Arbeiten zur Annahme als häusliche Probearbeit für eine Staatsprüfung an die zuständige Stelle weiterleiten, wenn auf der Außenseite des dazugehörenden Kennwortumschlages der Vermerk „Zur Vorlage für Staatsprüfung bei . . . . .“ angebracht ist; dem Inhalt des Umschlages ist ein entsprechender Antrag beizufügen.

Für die Form derartiger Arbeiten sind die einschlägigen Prüfungsbestimmungen zu beachten. Soweit jedoch die Bedingungen des WVV-Preisausschreibens die Durchführung der genannten Vorschriften nicht zulassen, ist diese nach der Entscheidung des Preisgerichts vom Verfasser unaufgefordert in der WVV-Geschäftsstelle nachzuholen.

4. Zur Prüfung der Arbeiten und Zuteilung der Preise beruft der Vereinsleiter einen besonderen Ausschuß als Preisgericht, dessen Mitglieder nicht zugleich Teilnehmer am Preisausschreiben sein dürfen. Die Entscheidung des Preisgerichts ist endgültig und in keiner Weise anfechtbar. Das Preisgericht prüft die eingesandten Arbeiten, ohne die Namen der Verfasser zu erkennen. Die WVV ermittelt diese erst nach der Entscheidung des Preisgerichts. Das Ergebnis des Preisausschreibens wird mit Nennung der Preisträger bei der Preisverkündung bekanntgegeben, die 1942 im Rahmen der nächsten Jahrestagung der WVV oder spätestens am 1. Juli 1942 stattfinden und zu der die WVV alle Teilnehmer an dem Preisausschreiben schriftlich einladen wird. Die WVV wird die Namen der Preisträger dann in der Vereinszeitschrift und in der „Reichsbahn“ veröffentlichen. Die Namen der Verfasser nicht preisgekrönter Arbeiten werden nicht bekanntgegeben.

5. Die Arbeiten der Preisträger gehen durch die Preisverteilung mit dem Recht der Veröffentlichung in das Eigentum der WVV über. Ihre Verfasser verlieren hierbei nicht das Recht zur Verwertung etwa in den Arbeiten niedergelegter schutzfähiger Gedanken. Die WVV behält sich die Entscheidung vor, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Form sie diese Arbeiten veröffentlicht, sie ist jedoch zu einer Veröffentlichung nicht verpflichtet. Der Schriftsold für eine von der WVV veröffentlichte Arbeit aus diesem Preisausschreiben steht deren Verfasser zu.

6. Die nicht preisgekrönten Arbeiten bleiben Eigentum der Verfasser und werden ihnen wieder zugestellt. Sofern die Verfasser nicht preisgekrönter Arbeiten deren Veröffentlichung beabsichtigen, sind sie verpflichtet, der WVV die Erstveröffentlichung anzubieten.

7. Falls der Verfasser einer eingesandten Arbeit beabsichtigt, mit dieser die Doktorwürde zu erlangen, so ist die WVV bereit, ihre Rechte an der Arbeit soweit zu beschränken, wie dies im Interesse des Einzelfalles erforderlich werden kann.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.